2H/10 P. 1497
N 1

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VÉTÉRINAIRES DE THEIX

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE
1 0
DOCUMENTATION
VERSAILLES

BULLETIN TECHNIQUE n° 17

(TRIMESTRIEL)

SEPTEMBRE 1974

BTT-17

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N° 17

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - 78 000 - VERSAILLES

SEPTEMBRE 1974

SOMMAIRE

PAGE

R. BOCCARD. LES RECHERCHES SUR LA VIANDE AU C. R. Z. V. THEIX..... 5

J. ROBELIN, Y. GEAY, C. BERANGER. ESTIMATION DE LA COMPOSITION DES CARCASSES DE JEUNES BOVINS MALES A PARTIR DE LA COMPOSITION DE LA 11ème COTE..... 15

M. VERMOREL, J.C. BOUVIER. BESOINS ENERGETIQUES DU VEAU PRERUMINANT ET EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE..... 19

P. PATUREAU-MIRAND. NUTRITION AZOTEE DU VEAU ET DE L'AGNEAU PRERUMINANTS 27

J.L. TROCCON. SEVRAGE PRECOCE DES VEAUX D'ELEVAGE - DISTRIBUTION DU LAIT EN 1 OU 2 REPAS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE 35

F. De MONTARD, M. PETIT, G. COURSEAU, A. SAUVAIRE. UTILISATION D'UN PATURAGE D'ALTITUDE DES MONTS DORE PAR DES GENISSES EN CROISSANCE..... 45

C. MALTERRE, R. BOCCARD, M. COTENCIN. INFLUENCE DU POIDS D'ABATTAGE SUR LA COMPOSITION DE LA CARCASSE ET LES QUALITES DE LA VIANDE DE TAURILLONS LIMOUSINS..... 57

TITRES ET SOMMAIRES D'ARTICLES SCIENTIFIQUES DES CHERCHEURS DU CENTRE. 63

LES RECHERCHES SUR LA VIANDE AU C. R. Z. V. THEIX

R. BOCCARD

Station de Recherche sur la Viande

Les recherches sur la viande ont débuté à l'I. N. R. A. dans le cadre des productions animales, puis elles se poursuivirent après 1960 dans le département de technologie des produits animaux. Avec la création à THEIX en 1968 de la Station de Recherches sur la Viande, les travaux purent être étendus à plusieurs thèmes intéressant le large domaine de la viande au fur et à mesure que l'équipe initiale formée au laboratoire de JOUY en JOSAS était renforcée et équipée.

Actuellement constituée de 12 chercheurs et ingénieurs, 16 techniciens et ouvriers, 2 secrétaires, l'équipe de la Station porte essentiellement son activité sur l'étude des caractéristiques qualitatives des viandes et des produits à base de viande en considérant leur variation en fonction des facteurs de production, des conditions de conservation et de transformation.

La notion de qualité, qui depuis quelques temps prend une importance passionnelle, a été dès les débuts des recherches sur la viande à l'I. N. R. A. à l'origine des travaux, malgré les difficultés qu'il y a toujours eu à en définir avec clarté et précision les caractéristiques essentielles. De plus, selon les interlocuteurs, producteurs, chevillards, bouchers, consommateurs, la notion de qualité revêt des aspects variables selon la nature du matériau considéré et la progression de la préparation des produits consommables. Malgré tout, les désirs des utilisateurs peuvent être énoncés dans leurs grandes lignes tant par la voix de la tradition que par celle des groupements professionnels et des représentants des consommateurs. Schématiquement, pour la viande en l'état, la part commercialisée la plus importante, les caractéristiques essentielles sont celles définissant la couleur, la tendreté et le rendement au cours des cuissons. Les flaveurs ne sont pas sans importance mais elles n'interviennent que lorsque les caractéristiques majeures précédentes ont satisfait à des valeurs seuil. Pour les produits fabriqués la notion de qualité est moins généralisable et chaque spécialité doit offrir des caractéristiques propres résultant de la qualité de la matière première mis en oeuvre, des processus de fabrication et de conservation, (couleur, consistance, structure, composition, propriétés mécaniques et organoleptiques...).

Les recherches sur la viande et les produits carnés sont réparties en trois grands chapitres correspondants aux phases principales de la transformation des animaux de boucherie en produits consommables.

Le premier concerne l'étude des facteurs biologiques et leurs conséquences sur la qualité de la viande.

Le deuxième s'étend sur la période de conservation et le troisième est relatif aux processus de la transformation dans les ateliers de fabrication artisanale ou industrielle.

Hors du domaine strict de la viande mais dans un secteur qui lui est fortement lié, la Station participe à l'étude des protéines végétales qui entrent déjà dans la composition de nombreux produits et qui demain pourraient se substituer en partie à la viande fournie par nos animaux de boucherie.

FACTEURS BIOLOGIQUES ET QUALITE DES VIANDES

Les viandes présentées sur le marché français sont d'origines zootechniques variées, il en résulte une très grande hétérogénéité. Favorable à certains égards, la variation des principales caractéristiques qualitatives de la viande est plutôt génante dans les conditions actuelles où les systèmes de transformation et de distribution s'industrialisent. La normalisation impose l'homogénéisation pour faciliter la mécanisation du travail et accroître l'efficacité du stockage et de la distribution.

Avant tout, il apparaît nécessaire de bien connaître les matériaux produits et commercialisés, d'analyser les principales composantes et d'établir sur des bases objectives les caractères qualitatifs.

Cette analyse entreprise depuis de nombreuses années, en France comme à l'étranger, est loin d'être achevée, car parallèlement au marché qui s'ouvre largement à des types de viande provenant d'espèces de plus en plus variées (le secteur des volailles en donne un exemple avec la dinde, la pintade, le canard) la production évolue et offre pour des espèces données des carcasses de type nouveau à la suite de croisements ou de changements des techniques d'élevage.

Pour orienter la production, définir les objectifs et les moyens à mettre en oeuvre dans les phases de la préparation, la description de la qualité doit être aussi objective que possible. Une des premières tâches de la Station, tâche qui reste d'ailleurs permanente, a consisté à établir les moyens de mesure des caractères qualitatifs. Ces études furent menées parallèlement aux travaux sur les différentes viandes de boucherie d'origine ovine, caprine, équine, porcine et surtout bovine. La viande de volaille incluse dans notre mission n'a pas encore été abordée.

I - ETUDE DE LA MATIERE PREMIERE PAR ESPECE :

La viande de cheval a des adeptes confirmés mais sans que ses caractéristiques soient bien établies sur des bases objectives ; dans la perspective d'un renouveau de la production française, celles-ci font défaut. C'est à cet examen que sont consacrées les études en cours, portant sur divers lots appartenant à 5 races de trait ou demi trait abattus et examinés à des âges échelonnés entre 12 et 36 mois ; elles visent en outre, à définir les âges et les poids les plus favorables à l'obtention d'une viande tendre et colorée.

Dans le cas des caprins, les recherches entreprises largement inspirées par nos travaux antérieurs sur les ovins, explorent les possibilités d'accroître le poids des chevreaux dans le but de pal-

lier partiellement le déficit de production des agneaux de boucherie. Pour améliorer la conformation et l'état d'engraissement des carcasses il est fait appel par insimination artificielles à des souches Sud Africaines dont les caractéristiques viandes sont proches de celles des ovins.

Des études plus détaillées des facteurs biologiques en relation avec la qualité de la viande sont entreprises dans le cadre de la production des jeunes bovins, qui compte tenu du tonnage produit et de l'enjeu économique justifierait le travail de toute une équipe pour arriver à des solutions rapides.

Commencé il y a quelques années par des observations limitées, le premier travail a permis de baliser le champ de variation des caractéristiques essentielles des viandes de taurillon. Une grille d'appréciation a été élaborée. Elle comprend la mesure de la tendreté, de la couleur et de la capacité de rétention d'eau sur 2 muscles, un tendre et un dur par animal.Elle est appliquée systématiquement depuis 3 ans, aux différents lots abattus aux abattoirs du Centre. Cet examen cependant, qui ne conduit qu'à l'observation d'animaux d'âges commerciaux, ne permet pas d'établir la dynamique des phénomènes. C'est pourquoi une étude systématique a été démarrée en considérant dans une première étape des taurillons de la race limousine entre les âges de 9 mois et de 24 mois. Pour ce travail les organisations concernées de la race nous ont accordé des facilités. Dans le cas de la viande de taurillon l'étude de la tendreté conserve une grande importance en raison des variations observées mais ce sont bien plus les problèmes de la couleur et de sa stabilité, souvent à la base des difficultés de commercialisation, qui retiennent particulièrement notre attention.

Cette étude permettra d'établir dans le cas choisi l'évolution quantitative des différentes fractions protéiques musculaires en cause dans les variations de tendreté par leur quantité et leur qualité (tissus conjonctifs) ou par leur état de contraction (système myofibrillaire). Cette dernière fraction sensible aux conditions d'abattage et de conservation (contraction au froid, maturation) est étudiée dans différentes conditions thermiques.

Le production des viandes évoluera encore et le taurillon pourrait être remplacé par des boeufs jeunes, nouveau style, ou du veau lourd. Dans cet esprit des observations sur la qualité des viandes de ces deux types de production sont entreprises en collaboration avec la Station de Recherches sur l'élevage (veaux lourds) ou dans le cadre de la coopération France-Bulgarie (conséquence d'une castration tardive).

II - ETUDE DES CONDITIONS DE LA PREMIERE TRANSFORMATION :

Dans le cas des viandes jeunes les principales caractéristiques peuvent être fortement altérées par les conditions de transport, de stockage et d'abattage.

Ces opérations conduites sans précaution et brutalement provoquent des perturbations dans le déroulement des transformations que subissent les muscles après l'abattage (établissement de la *rigor mortis)*. Deux cas typiques peuvent être observés, l'un conduit à des viandes sombres ou noires, l'autre à des viandes exsudatives.

Les viandes noires sont la conséquence des agressions de divers ordres (transport, changement d'ambiance) subies par les animaux avant l'abattage. Elles provoquent une excitation permanente des animaux qui épuisent alors leur réserve glucidique musculaire. Dans les conditions normales, ces réserves permettent une production d'acide lactique en quantité suffisante pour abaisser le pH des viandes aux environs de 5,5 favorable à une conservation correcte. Dans le cas des animaux fatigués ou stressés, le pH de la viande reste élevé et la couleur est sombre. Ces conditions sont propices aux dégradations particulièrement celles d'origine microbienne. La durée de conservation et l'emploi de la viande sont de ce fait limité.

Les expérimentations entreprises dans ce domaine sont malheureusement coûteuses en raison du matériel animal en cause. C'est la raison pour laquelle à la suite d'essais comparatifs préliminaires l'espèce ovine a été retenue comme modèle d'étude. Les solutions envisagées sont actuellement d'ordre pharmacologique par intervention de calmants ou de substances adrénolytiques. Des corps actifs à action prolongée, à élimination totale sans effet secondaire, ni métabolite nocif sont recherchés et essayés.

La sensibilité aux agressions qui se traduit *post mortem* en paticulier chez le porc par une viande exsudative est liée au métabolisme des fibres musculaires qui est étudiée par histochimie.

Les différents muscles de la carcasse sont schématiquement constitués par des proportions données de différentes fibres avec un métabolisme prédominant anaérobie (rouges) ou anaérobie (blanches) ; les muscles à forte proportion de fibres blanches ont tendance à présenter une vitesse d'établissement de la *rigor mortis* et une chute de pH rapide alors que la température est encore élevée. Ces conditions sont favorables à la production d'une viande exsudative.

Aux études des aspects structuraux sont associées celles des conditions d'ordre neuro endocrinologique car la prévention des viandes exsudatives peut emprunter une ou plusieurs voies.

Les améliorations des conditions de stockage, de manipulation et d'abattage sont explorées en considérant les phénomènes physiologiques au niveau du muscle ; l'excitabilité de la fibre musculaire sensible aux variations de l'équilibre ionique se trouve en relation avec le déroulement de la glycolyse *post mortem*. Aussi l'administration de substances anti aldostéronique (Aldactone) provoquant une rétention potassique et une déplétion sodique entraîne une amélioration des qualités de la viande. Une autre voie consiste à renforcer la glycémie (par voie orale) tout en recherchant les causes hormonales de sa variation

Les techniques de traitement *post morten* reposant sur un freinage de la glycolyse. Une de ces techniques : la réfrigération rapide (par pulvérisation d'azote liquide) s'est montré active mais insuffisante au niveau des rendements technologiques des produits fabriqués (jambon).

Ces études menées au niveau de l'abattoir ne peuvent prétendre aboutir à une solution définitive. Celle-ci sera sans doute obtenue par les méthodes génétiques, bien que la part héréditaire des caractéristiques de la qualité ne soit pas encore établie chez le porc. C'est pour appuyer ces recherches sur l'hérédité des qualités que le lapin, espèce de petit format et à génération courte, a été choisi. Avec cet animal les effectifs nécessaires aux études génétiques ne sont pas coûteux à entretenir et une large variation des caractères d'élevages, (format et vitesse de croissance) peut être obtenue naturellement. Il est ainsi plus aisé d'en mesurer les effets sur la qualité de la viande.

STOCKAGE ET CONDITIONNEMENT

Dans le domaine du stockage et de la commercialisation des viandes, les techniques et les structures évoluent très rapidement sous l'influence des conditions économiques. On assiste ainsi à un déplacement et à une concentration des lieux d'abattage et de préparation des viandes sur les zones de production ; les ateliers de désossage, de parage et de triage s'agrandissent. Les distances et les délais entre les producteurs et les consommateurs s'allongent. Si cette évolution facilite l'exploitation des carcasses par des transformations appliquées dans de bonnes conditions elle augmente du même coup l'impact des facteurs microbiologiques, l'influence des modes de stockage (réfrigération, congélation) et de conditionnement (emballage sous vide ou atmosphère contrôlé...).

Les recherches entreprises dans ce domaine se sont développées progressivement à partir de l'étude de la maturation dans les conditions traditionnelles. Elles portent maintenant sur l'attendrissage accéléré après avoir envisagé par exemple, les conséquences des méthodes de stockage, congélation, décongélation, ou d'emballage (sous vide ou atmosphère contrôlé).

Dans la phase de maturation traditionnelle au cours de laquelle les carcasses sont conservées plusieurs jours à des températures de 3-4°C le muscle, durci après la mort par une ultime contraction, subit une dégradation progressive de ses structures. Cette phase de transformation du muscle en viande est largement dépendante de phénomènes enzymatiques.

Le système hydrolytique intrinsèque du muscle a été analysé. Il comporte une série d'enzymes protéolytiques qui sont relarguées progressivement par les lysosomes petits organites intracellulaires. On y trouve des cathepsines (surtout de la cathepsine D qui a été purifiée) conjointement à d'autres enzymes qui attaquent différentes structures. Ces enzymes selon les types d'animaux (âge, sexe en particulier) sont plus ou moins actives et libérées plus ou moins rapidement. Il en résulte des durées de maturation commerciale plus ou moins longues. C'est ainsi que la tendreté des viandes de taurillon atteint sont optimum 3 à 5 jours après l'abattage alors que pour les viandes de vaches de 6-7 ans un délai de 8 jours paraît minimum.

Un des moyens de l'attendrissage accéléré consisterait à augmenter la libération de ces enzymes pour en accélérer l'action. L'augmentation de la température de conservation agit dans ce sens mais présente des inconvénients majeurs d'ordre sanitaire. Les essais d'irradiation ont montré que sous un faible rayonnement la libération de certaines enzymes était facilitée mais que finalement l'activité enzymatique totale était diminuée.

De toute façon cette méthode d'attendrissage a des limites en raison de la faible activité des cathepsines sur les tissus conjonctifs qui après maturation sont largement responsables de la dureté des viandes. C'est pourquoi il est fait appel à des enzymes de différentes provenances microbiennes ou végétales dans les techniques d'attendrissage actuellement expérimentées.

Plutôt que la papaïne déjà très étudiée aux Etats Unis, ce sont des enzymes plus spécifiques d'origine microbienne qui ont été retenues.

Parmi elles, la Fradiase (complexe enzymatique du Streptomyces Fiadiae) a été essayée sur les différentes structures musculaires. Active sur la fraction myofibrillaire, elle n'est pas proprement collagénolytique, son action n'étant importante que lorsque le tissu conjonctif a été dénaturé.

L'attaque de ce tissu réparti dans l'ensemble du muscle en un fin réseau plus ou moins dense requiert en effet des enzymes spécifiques : les collagénases. Celles-ci existent chez les êtres vivants mais en qualité insuffisante pour être technologiquement intéressante. Il faut les renforcer en introduisant dans les viandes des enzymes complémentaires. Celles-ci seront d'abord essayées sur les structures musculaires isolées puis dans les muscles entiers. C'est un domaine intéressant de la technologie mais où il convient d'être particulièrement attentif en raison de l'importance hygiénique du traitement.

Parmi les méthodes de conservation la congélation est depuis longtemps utilisée. Cependant les limites de son emploi, ses conséquences sur les produits et les méthodes de décongélation ne sont pas toujours bien connues.

Après avoir étudié les possibilités de conservation des pièces de viande sous vide en congélation à -20° (qui atteignent dans d'excellentes conditions de qualité, plus de 2 ans pour le boeuf et le mouton, 18 mois pour le porc), ce sont les aspects de la décongélation qui ont été considérés. Un procédé moderne reposant sur les propriétés des micro ondes s'est révélé efficace pour régénérer rapidement et sans perte d'eau excessive, des pièces de viande en l'état. Mais le procédé est limité à des épaisseurs de 15 cm et sa mise en oeuvre reste coûteuse avec les matériels actuellement disponibles.

Pour éviter les inconvénients de la congélation-décongélation dans le cas de viandes dont il suffit d'allonger la conservation de quelques semaines, la technique de l'emballage sous vide est utilisée depuis quelques années. Cette méthode étudiée systématiquement se montre particulièrement sure et efficace quand les matières premières traitées proviennent d'animaux abattus dans de bonnes conditions (avec un pH inférieur à 5,9), et que la température de 0° est strictement respectée tout au long du processus. Ce sont alors des conservations de 10 semaines qui ont pu être atteintes sans perte économiquement importante.

LES TRANSFORMATIONS

Avec l'élévation de son niveau de vie, le consommateur diversifie ses achats alimentaires et tend à consommer des produits déjà fortement élaborés, faciles et rapides à préparer. Dans cette évolution économique la part de la valeur ajoutée par les Industries Agricoles et Alimentaires doit croître considérablement dans l'avenir et empruntera des moyens variés et de plus en plus nombreux. Ceux-ci pourront être des actions simples (broyage, compactage, emballage) ou comprendre des phases de mélange, de malaxage et de cuisson. La Station de Recherches sur la Viande a entrepris un certain nombre d'études qui sont en relation avec une ou plusieurs des phases de l'ensemble des processus de transformation qui peuvent être appliquées par les Industries Agricoles et Alimentaires dans leurs activités traditionnelles (charcuterie) ou prévisibles dans leur développement futur.

I - La cuisson :

Parmi les procédés de transformation les plus communs, applicables aux produits carnés, la cuisson semble tout à fait banale. Or, bien que les traditions culinaires soient parfaitement exprimées dans les recettes, des règles de traitement industriel des différentes viandes sont loin d'être établies sur des bases objectives et reproductibles. Comprendre les modifications subies par les viandes dans différentes conditions thermiques, et détecter les produits de dégradations favorables ou non, constituent une étape encore mal explorée des procédés de cuisson. Les études de la Station sur ce sujet porte sur la viande consommée en l'état et sur les fabrications comme le jambon.

Dans le cas des viandes, ce sont à la fois les fractions isolées du muscle et leur complexe dans leur forme naturelle de morceau, qui sont soumis à différents traitements thermiques. Les caractéristiques de contraction, de gonflement,de solubilité, de capacité ou rétention d'eau, de dureté... sont systématiquement enregistrées. Il apparaît ainsi que les températures élevées et prolongées sont d'autant plus défavorables que la teneur en tissu conjonctif est plus faible.

Au cours de la cuisson, sont également étudiés, les dégradations de certains composants comme les nucléotides qui participent au développement des flaveurs.

Le succès de la fabrication du jambon de Paris repose en partie sur le comportement de ses composants au cours de la cuisson et du refroidissement. Le rendement de l'opération et surtout la tenue de tranche dépendent du taux de saumurage mais également de la température et de la durée de cuisson comme l'a montré une première phase de l'étude entreprise et qui a plus particulièrement porté sur le comportement des tissus conjonctifs et leur capacité de gélification. Actuellement ce sont les jambons eux-mêmes qui sont fabriqués expérimentalement en faisant varier les différents paramètres.

Parallèlement aux études de cuisson divers aspects de la fabrication du jambon cuit sont examinés. La qualité du produit et le rendement, sans faire appel à des additifs, varient avec les caractéristiques de la matière première (viande exsudative) et du traitement des pièces *post mortem*. Ainsi le barattage du jambon un des traitements étudiés, peut accroître le rendement et la qualité du produit cuit. Le saumurage à chaud par injection de solution saline refroidie à -10° dans les jambons immergés à 0° a également permis un gain de qualité et de rendement à la cuisson.

II - Sechage :

Les produits secs traditionnels comme le jambon sel sec ont une solide réputation de qualité qu'il faut maintenir. C'est dans cet esprit que des études sont entreprises dans ce domaine et dont la phase préliminaire vise à décrire les phénomènes (pénétration du sel, formation des pigments colorés, dynamique du séchage) avant de vouloir les modifier, les discuter ou leur substituer dès processus nouveaux.

Ces travaux doivent connaître un large développement dans une collaboration étroite avec l'Institut de la Viande Clermont-Ferrand et les Industriels intéressés.

III - HACHAGE-BROYAGE :

Les processus de transformation qui portent sur la viande ou les morceaux maintenus dans leur structure naturelle sont en fait qu'une petite partie de l'activité des Industries Agricoles et Alimentaires. Dans les produits transformés commercialisés les produits hachés ou broyés plus ou moins finement sont en majorité.

Dans le cas des viandes bovines le problème de la tendreté limite la commercialisation de certaines parties qu'il faut transformer. Une des formes de présentation qui a le plus d'avenir est sans doute le beeftek haché congelé. Des essais commerciaux limités ou malheureux ont souligné la nécessité de mieux définir un certain nombre de règles de fabrications et d'utilisation. Pour ces études qui portent sur l'origine des viandes, les mélanges (nature des gras, incorporation de protéines végétales, la durée et le mode de conservation) nous recevons une aide de la DGRST.

Les fabrications à base de viande de porc broyée sont schématiquement de deux types : pâte grossière ou pâte fine, dans lesquelles les propriétés physiques et chimiques des constituants interfèrent largement sur la qualité finale du produit. Celle-ci se traduit tant par l'aspect et la structure (couleur, consistance...) que par les flaveurs, ensemble de caractères dont l'étude a été inscrite à notre programme.

Dans le cas particulier des pâtes fines, un aspect important, celui de la stabilité des liaisons protéines-gras-eau, a justifié l'ouverture d'une série d'études. Celles-ci ont débuté par l'examen des caractéristiques des gras mis en oeuvre, leur évolution au cours de la conservation selon divers procédés et leurs répercussions sur la qualité des produits fabriqués.

Au travers de leur présentation, les recherches sur la viande entreprises au C.R.Z.V. de THEIX peuvent apparaître comme très diversifiées. Elles sont en fait bien loin d'aborder l'ensemble des problèmes concernant les produits carnés dont certains sont étudiés par d'autres laboratoires de l'I.N.R.A. Ainsi la qualification et la codification des carcasses, la morphologie musculaire relèvent du Laboratoire de Recherches sur la viande de JOUY en JOSAS ; et une partie des aspects hygiéniques sont abordés par le laboratoire de microbiologie du centre de THEIX et le laboratoire d'Ecologie microbienne de JOUY en JOSAS.

Face aux besoins des producteurs et des industriels les moyens de recherches mis en oeuvre pour la viande sont encore insuffisants même si au cours des dernières années, l'I. N. R. A. a fait un effort pour renforcer ce secteur de la technologie alors que l'ensemble de l'Institut connaissait une récession. L'infériorité numérique de la recherche technologique française par rapport à celle de la majorité des pays du marché commun sera en partie compensée dans un avenir proche par l'ouverture à NANTES d'un centre I. N. R. A. entièrement voué aux études des transformations des produits agricoles. Mais notre retard d'investissement est tel qu'il nous faut entreprendre que les recherches les plus directement intéressantes et importantes pour les conditions françaises. La collaboration des éleveurs et des industriels concernée peut aider les chercheurs à définir ces objectifs.

La liste des publications de la Station est disponible sur demande au secrétariat.

PERSONNEL DE LA STATION DE RECHERCHES SUR LA VIANDE

(JUILLET 1974)

Scientifiques :

R. BOCCARD
Relation entre différents types de production et la qualité de la viande

JP. GIRARD
Emulsions - Matières grasses

R. GOUTEFONGEA
Salaisons - charcuterie

J. KOPP
Propriétés des tissus conjonctifs - dégradation thermique et enzymatique

A. LACOURT
Etablissement de la rigor mortis - histochimie - protéïnes texturées

G. MONIN
Conditions de transport et abattage

M. RENERRE
Couleur de la viande - Stabilité

P. SALE
Propriétés mécaniques et électriques - rhéologie

C. TOURAILLE
Qualités organoleptiques

C. VALIN
Maturation - attendrissage - conditionnement

Techniciens :

Marie Christine BAYLE

Madeleine BONNET

Marie Georgette NICOLAS

Nicole VIZET

C. DENOYER

J.L. FOURNIER

F. GARDETTE

R. LABAS

A. LASTEYRAS

A. OBLED

C. OLEON

A. TALMANT

P. VERNIN

P. VEDRENNE

Administratives :

Eliane BACHELARD

Colette SOUCHAL

Ouvriers et Agents de service :

Marinette SOUCHAL

Yvette VILLATTE

N. NICOLAS

R. DAUZAT

ESTIMATION DE LA COMPOSITION DES CARCASSES DE JEUNES BOVINS MALES A PARTIR DE LA COMPOSITION DE LA 11E COTE

J. ROBELIN, Y. GEAY, C. BERANGER
avec la collaboration de Robert JAILLER, Roland JAILLER et G. CUYLLE

Laboratoire de la Production de Viande

Différentes méthodes indirectes ont été proposées pour estimer la composition des carcasses de bovins. En particulier, GEAY et BERANGER (1969) ont essayé de l'estimer à partir de la composition d'un morceau monocostal, situé au niveau de la 11ème côte, facile à prélever sur le "pan traité". Ils ont établi des équations d'estimation à partir de 47 animaux, mais il n'était pas possible alors, d'étudier l'influence éventuelle de l'âge ou de la race des animaux sur ces relations. Grâce à de nouvelles dissections, nous avons pu réaliser cette analyse. Elle a porté sur 120 animaux mâles entiers, appartenant à quatre principales races Françaises, d'un âge compris entre 9 et 17 mois, et dont le poids de carcasse variait de 120 à 430 kg ; ces carcasses comportaient par ailleurs de 8 à 20 p. 100 de dépôts adipeux (Tableau 1).

Sur les 120 animaux, nous avons disséqué la demi-carcasse droite, et pesé les différents tissus (os, muscles, dépôts adipeux) 18 à 24 heures après l'abattage. Chaque demi-carcasse gauche a été découpée selon la méthode décrite par DUMONT (1956) en deux parties : arrière traité à 8 côtes, et avant. Sur la partie arrière, ou "pan traité", la 11ème côte constitue l'extrêmité postérieure d'un morceau de découpe de demi-gros, le "milieu du train de côte". Pour l'obtenir, on a tout d'abord détaché le "milieu de train de côtes" en tranchant perpendiculairement à l'axe vertébral au milieu du 11ème espace intercostal (entre la 11ème et la 12ème côte). Puis la 11ème côte a été séparée par section analogue, au milieu du 10ème espace intercostal. Enfin, la 11ème côte a été disséquée au couteau de boucher, et les différents tissus (os, muscles, dépôts adipeux) ont été pesés.

Nous avons mesuré également un certain nombre d'autres critères permettant d'estimer la composition de la carcasse :

- Poids des os canon mesuré au moment de l'abattage.
- Poids des dépôts adipeux périrénaux et précruraux mesuré 18 à 24 heures après l'abattage.
- Compacité de la cuisse (épaisseur/longueur) ; l'épaisseur de la cuisse a été mesurée à l'aide d'une aiguille, en un point précis défini par DUMONT (1961). La longueur est égale à la distance entre l'extrémité du jarret et la pointe inférieure de la symphyse.

Nous avons ensuite calculé des équations d'estimation du poids des différents tissus de la carcasse, à partir de ceux des critères d'estimation qui avaient une signification statistique (technique de régression progressive), et nous avons cherché à préciser si ces équations étaient différentes suivant l'âge ou la race des animaux (analyse de covariance).

Les principaux résultats que nous avons obtenus sont les suivants :

- l'âge a un effet sur les équations d'estimation des muscles et des dépôts adipeux. Cependant, l'importance de cet effet n'est pas suffisante pour qu'il soit justifié dans la pratique, d'utiliser des équations différentes suivant l'âge des animaux. L'âge n'a en outre aucun effet significatif sur les équations d'estimation du squelette.

- la race n'a d'effet significatif que sur les équations d'estimation du squelette, les animaux Frisons étant très différents, à cet égard, de ceux des autres races. Nous avons donc établi deux équations différentes correspondant à chaque catégorie d'animaux (Frisons d'une part, Charolais, Limousins et Salers d'autre part).

Les équations que nous avons obtenues (Tableau 2) nous permettent d'estimer le poids des différents tissus de la carcasse avec une bonne précision. Les écarts types des régressions, exprimés en pourcentage du poids de carcasse moyen des animaux (256,7 kg), sont égaux à 1,45 p. 100, 1,94 p. 100 et 0,64 p. 100 respectivement pour les dépôts adipeux, les muscles et le squelette. Ainsi, si l'on estime la composition moyenne d'un lot de 10 animaux, dont le poids de carcasse est voisin du poids de carcasse moyen de nos animaux soit 256,7 kg, l'erreur sur cette estimation est avec une probabilité de 90 p. 100 inférieure à 0,91 p. 100 pour les dépôts adipeux, 1,22 p. 100 pour les muscles et 0,40 p. 100 pour le squelette (exprimée en pourcentage du poids de carcasse).

Ces résultats ne représentent pas une amélioration sensible dans la précision théorique de l'estimation par rapport aux équations de GEAY et BERANGER (1969). En revanche, ces nouvelles relations sont beaucoup plus fiables dans la mesure où elles ont été calculées à partir d'un grand nombre d'animaux des principales races utilisées en France pour la production de jeunes bovins, et dans la mesure où nous avons tenu compte des différences entre races lorsqu'elles existaient (dans le cas du squelette).

Ces équations peuvent être utilisées pour estimer la composition de jeunes bovins mâles de ces différentes races (Frisonne, Charolaise, Limousine, Salers) et de races ou croisements voisins, à condition que leur âge et leur poids de carcasse soient comparables à ceux de nos animaux : 9 à 17 mois, 120 à 430 kg de carcasse.

Pour d'autres types d'animaux (boeufs, génisses, vaches de réforme), ces équations ne permettent pas en toute rigueur d'estimer le poids des différents tissus de la carcasse. Cependant, elles peuvent donner une indication sur les différences de composition entre deux lots d'animaux comparables (de même type) ayant reçu deux régimes alimentaires différents.

Quels que soient les animaux auxquels sont affectées ces relations, elles ne sont valables que si le prélèvement et la dissection de la 11ème côte, ainsi que les autres mesures, sont réalisés de façon strictement comparable entre animaux, ce qui nécessite beaucoup de vigilance.

TABLEAU I

POIDS DE CARCASSE ET ETAT D'ENGRAISSEMENT DES TAURILLONS UTILISES

RACES	FRISONNE			CHAROLAISE			LIMOUSINE			SALERS	
Age (mois)	8-9	11-13	15-16	8-9	11-13	16-17	8-9	11-13	15-16	8-9	15-16
Nombre	21	17	28	6	3	18	8	3	6	4	6
Poids de carcasse chaude (kg)	164,0	236,8	290,6	162,3	234,3	377,7	178,3	259,6	348,3	135,3	314,6
Ecart type	(26,3)	(23,6)	(20,8)	(24,7)	(15,0)	(30,6)	(12,4)	(14,1)	(8,4)	(11,4)	(14,4)
Poids de dépôts adipeux (kg)	18,4	40,2	53,6	11,5	29,1	54,3	14,3	28,3	46,4	11,0	43,4
Ecart type	(6,3)	(6,9)	(10,6)	(2,5)	(6,1)	(9,0)	(2,3)	(3,9)	(5,3)	(3,2)	(3,2)
Poids des dépôts adipeux (% du poids de carcasse)	11,22	16,98	18,44	7,08	12,42	14,38	8,02	10,90	13,32	8,13	13,79

TABLEAU II

EQUATIONS D'ESTIMATION DU POIDS DES DIFFERENTS TISSUS DE LA CARCASSE DES TAURILLONS

	Coefficients des différentes variables explicatives dans les équations (1)								R2 (4)	SD (5)
	Terme constant	Poids de carcasse	Dépôts adipeux 11ème côte	Muscle 11ème côte	Os 11ème côte	DAPP (2)	EC/JS (3)	Poids des os canon		
Dépôts adipeux	- 19,98	0,1265	95,37	- 26,52	0	0,819	60,84	0	0,9592	3,57
Muscles	- 6,22	0,7675	- 96,13	37,24	- 94,64	- 0,771	0	0	0,9940	4,54
Squelette (Frisons)	13,90	0,0717	0	- 3,343	31,26	0	- 40,45	9,045	0,9624	1,66
Squelette (autres races)	11,48	0,0717	0	- 3,343	31,26	0	- 40,45	9,045	0,9624	1,66

(1) le poids des tissus de la carcasse et les différentes variables explicatives sont exprimés en kg à l'exception de EC/JS (3)

(2) DAPP = Dépôts adipeux périrénaux et précruraux

(3) EC/JS = Epaisseur de cuisse/longueur de cuisse

(4) R2 = Carré du coefficient de corrélation multiple

(5) SD = Ecart type de la régression (kg)

Exemple : Poids des dépôts adipeux (kg) = - 19,98 + 0,1265 X (Poids de carcasse) + 95,37 X (Poids des dépôts adipeux de la 11ème côte) - 26,52 X (Poids des muscles de la 11ème côte) + 0,819 X (Poids des dépôts adipeux périrénaux et précruraux) + 60,84 X (Epaisseur de la cuisse/longueur de la cuisse).

N.B. - Des équations faisant intervenir moins de mesures,(et en particulier seulement la dissection de la 11ème côte) ont également été calculées et sont disponibles auprès des auteurs.

Le coût de cette méthode indirecte de la composition des carcasses est relativement faible dans un système de commercialisation où la découpe et la vente des morceaux de "demi-gros" peuvent être pratiquées ; il correspond au prix du kg de "pan traité" multiplié par le poids de la 11ème côte (1 à 1,5 kg environ). En revanche, le prélèvement de la 11ème côte devient onéreux dans un système de commercialisation où le "pan traité" est vendu intact. Aussi cherchons-nous actuellement de nouvelles relations d'estimation de la composition des carcasses, à partir de celle de la 6ème côte, dont le prélèvement ne dévalorise pas le "pan traité" car elle est située à l'extrêmité de ce dernier. Les premiers résultats sont prometteurs, mais le nombre d'animaux utilisés jusqu'à présent ne permet pas encore de proposer des équations d'estimation généralisables.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le Dr. R.M. SEEBECK (C.S.I.R.O., Animal Genetics, Rockampton Australie), auteur du programme de calcul avec lequel nous avons réalisé l'analyse statistique des résultats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DUMONT B.L., 1956. La découpe du "pan traité". FEZ. Commission Bovine. Madrid.

DUMONT B.L., LE GUELTE P., ARNOUX J., 1961. Etude biométrique des bovins de boucherie. II. Estimation du poids de la musculature chez les bovins Charolais. Ann. Zootech. 10, 321-326.

GEAY Y., BERANGER C., 1969. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocostal au niveau de la 11ème côte. Ann. Zootech., 18, 65-75.

BESOINS ENERGETIQUES DU VEAU PRERUMINANT ET EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE

M. VERMOREL, J.C. BOUVIER

Laboratoire d'Etude du Métabolisme Energétique

Les études sur la nutrition énergétique du veau préruminant ont été réalisées soit chez des veaux d'élevage au cours des premières semaines d'âge (Grande-Bretagne, Afrique du Sud), soit chez des veaux de boucherie pendant la phase de croissance intensive à l'âge de 1 à 5 mois (Pays-Bas, France). Si cette dernière phase a été bien étudiée, tout du moins pour la race frisonne et pour la race normande, de nombreuses inconnues subsistent pour la phase de démarrage correspondant au premier mois de la vie du veau.

Les besoins énergétiques totaux du veau ont pu être précisés suivant le poids et la vitesse de croissance de l'animal. Cependant pour analyser l'évolution des besoins et l'efficacité de l'utilisatior de l'énergie, il est préférable de faire la distinction habituelle (et artificielle) entre les dépenses d'entretien et les dépenses de production.

LES DEPENSES D'ENTRETIEN

Les dépenses d'entretien varient avec le poids, la race et le sexe du veau. Elles sont proportionnelles au poids métabolique ($P^{0,75}$) de l'animal et s'élèvent à environ 100 kcal d'énergie métabolisable (EM) par kg de poids métabolique pour des veaux mâles :

- 102 kcal EM/kg $P^{0,75}$ pour des veaux de race frisonne au cours du premier mois d'âge (JOHNSON et ELLIOTT, 1972).
- 108 $\pm$ 6,6 kcal EM/kg $P^{0,75}$ pour des veaux de race frisonne entre les poids de 60 et 150 kg selon Van ES (1970).
- 96 kcal EM/kg $P^{0,75}$ pour des veaux de race normande entre les poids de 85 et 240 kg selon nos travaux (1973)

Selon ROY (1957), GONZALES-JIMENEZ et BLAXTER (1962), les dépenses d'entretien diminuent au cours des premiers jours de la vie du veau par suite d'une amélioration de l'isolation thermique de l'animal. Selon des auteurs soviétiques, les dépenses d'entretien des veaux de race bouchère, seraient inférieures (de 10 % environ) à ceux des races laitières, problablement en raison de l'activité endocrinienne plus faible de ces animaux. Par ailleurs, chez les mammifères le besoin d'entretien des mâles est supérieur à celui des femelles mais dans le cas du veau on ne dispose pas de données sur l'influence du sexe.

EM = E ingérée - E fèces - E urine

Extrait d'une communication aux journées sur les aliments d'allaitement et leur utilisation par le veau, l'agneau et le porcelet RENNES - Février 1974.
Le texte intégral sera publié dans un prochain numéro de la Revue Technique de l'Industrie Alimentaire.

Enfin, les dépenses d'entretien peuvent être accrues, surtout chez des animaux jeunes présentant une vitesse de croissance réduite, lorsque les conditions climatiques sont défavorables (froid, pluie, vent).

LES DEPENSES DE PRODUCTION

Les dépenses de production du veau correspondent à l'énergie des protéines et des lipides fixés dans l'organisme. Les protéines sont associées à des quantités importantes d'eau : ainsi, selon Van ES (1970), la fixation de 1 g de protéines supplémentaires entraîne une augmentation de 3,9 g du gain de poids vif. Suivant les proportions de protéines et de lipides fixés dans l'organisme (composition du croît) la dépense énergétique par kg de gain de poids vif peut être très différente (figure 1).

Les quantités de protéines et de lipides fixées dépendent des potentialités génétiques des veaux (liées à la race, au sexe, à l'âge) et du niveau d'alimentation. La composition du croît varie également avec la vitesse de croissance et avec la composition de la ration.

I - Influence de l'âge du veau

Au cours des premières semaines, l'engraissement du veau est réduit à la fois par les capacités de synthèse des tissus et par l'appétit de l'animal ou le rationnement imposé. En revanche, les capacités de lipogénèse du veau augmentent considérablement avec l'âge et la composition du croît varie énormément.

Pour le premier mois, on ne dispose pas de données très cohérentes sur les besoins énergétiques en raison de la variabilité très importante de la vitesse de croissance des veaux. En revanche, chez des veaux mâles de race frisonne réalisant une croissance de 1200 à 1400 g/j, les données de Van ES (1966) montrent bien l'évolution de la composition du croît et des besoins des animaux en fonction de l'âge (tableau 1) : entre les poids de 65 et de 150 kg, la valeur calorifique du kg de gain de poids vif augmente de 50 %, le pourcentage d'énergie fixée sous forme de lipides passe de 51 à 68 %, et le besoin énergétique total augmente de 64 %. Nous avons observé une évolution comparable chez des veaux mâles de race normande entre les poids de 85 et 185 kg (figure 1).

II - Influence de la vitesse de croissance et du niveau d'alimentation

D'une façon générale, la quantité de protéines fixées et la vitesse de croissance augmentent de façon comparable avec l'accroissement du niveau d'alimentation ; en revanche, la quantité de lipides fixés augmente beaucoup plus rapidement.

Dans la phase de croissance intensive, chez le veau de boucherie, nous avons observé qu'avec l'accroissement du niveau d'alimentation, l'augmentation du gain de lipides est plus importante que celle du gain de protéines ; de plus la différence s'accentue lorsque l'âge et le poids des animaux augmentent (figure 1).

TABLEAU I

VARIATION DES BESOINS ENERGETIQUES DES VEAUX PRERUMINANTS MALES EN FONCTION DU POIDS ET DE LA VITESSE DE CROISSANCE ; VALEURS OBTENUES PAR CALORIMETRIE INDIRECTE

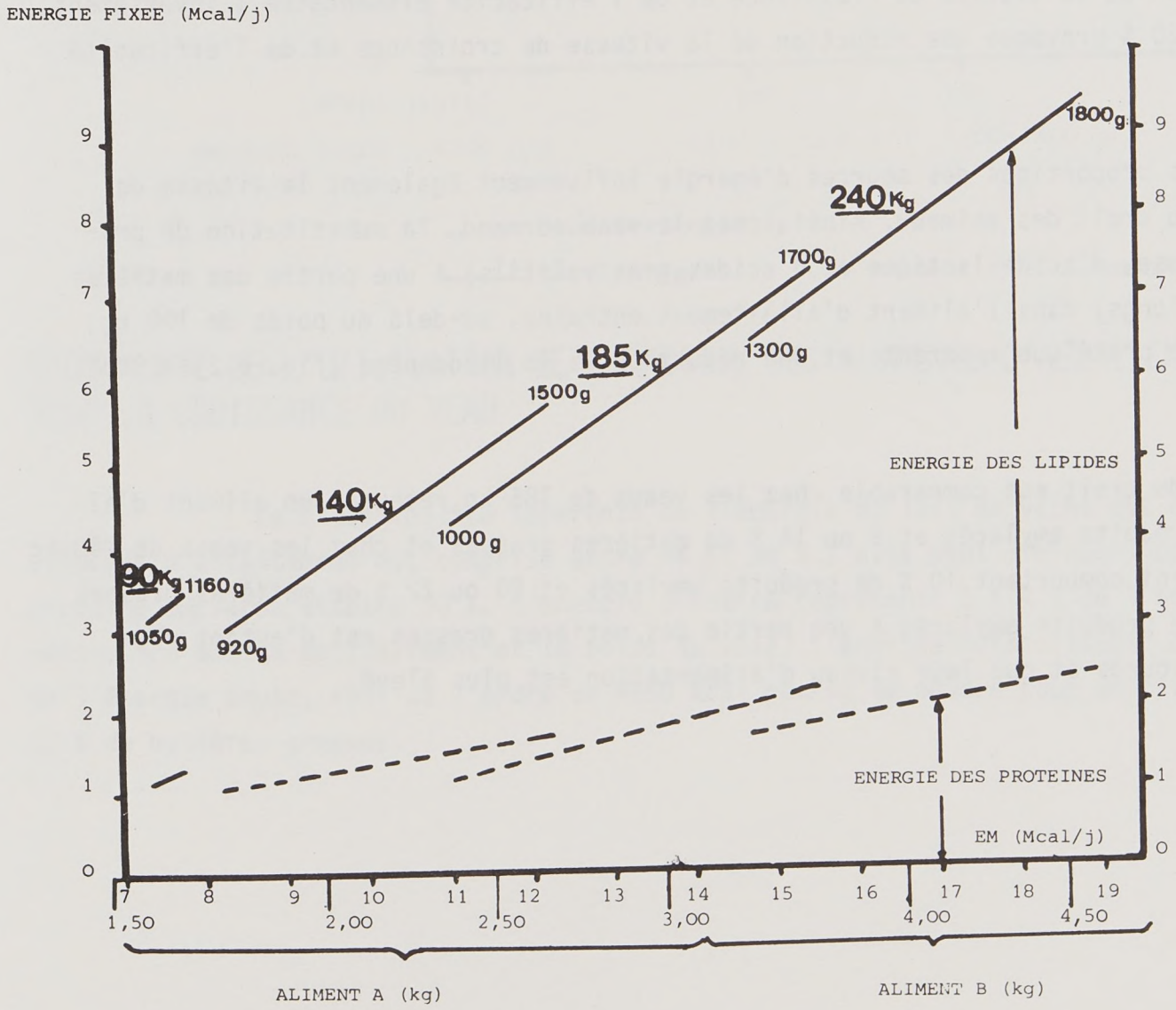
Races	Poids (kg)	$P^{0,75}$ (kg)	GMQ (g/j)	Quantités fixées (g/j)		Besoins (par jour)			
						Energie métabolisable (kcal)			Aliment (g)
				Protéines	Lipides	Entretien	Production	Total	
Frisonne Holstein Ayrshire	50 (1)	18,80	500 750	102 (2) 154 (2)	60 (2) 90 (2)	2190 ± 255 2190 ± 255	1690 ± 290 2540 ± 430	3880 ± 252 4730 ± 360	835 ± 55 1025 ± 80
Frisonne (VAN ES)	65 100 150	22,89 31,62 42,86	1200 1400 1200	254 310 253	158 280 322	2470 3400 4630	4290 6430 6550	6760 9830 11180	1450 2115 2400
Normande (VERMOREL et al.)	85	28,00	1150	230	220	2700	5000	7700	1660
	140	40,70	1000 1250	218 270	275 400	3900 3900	5500 7700	9400 11600	2020 2500
	185	50,16	1000 1200 1500	300 255 340	410 455 600	4800 4800 4800	7250 8700 11000	12050 13500 15800	2600 2900 3400

(1) moyennes et écarts types des données de 5 auteurs

(2) valeurs moyennes estimées à partir des données de 3 auteurs

FIGURE I

EVOLUTION DES QUANTITES D'ENERGIE FIXEE TOTALE, SOUS FORME DE PROTEINES ET SOUS FORME DE LIPIDES PAR DES VEAUX MALES DE RACE NORMANDE, EN FONCTION DU POIDS, DE LA VITESSE DE CROISSANCE ET DES QUANTITES D'ENERGIE METABOLISABLE OU D'ALIMENT D'ALLAITEMENT INGEREES.



Aliment A = aliment classique comportant 20 % de matières grasses.

Aliment B = aliment expérimental comportant 15 % de matières grasses et 30 % de produits amylacés.

Ainsi, chez des veaux de race normande, lorsque la vitesse de croissance augmente, l'énergie fixée par kg de gain de poids vif croît rapidement, la proportion de protéines fixées reste relativement constante (environ 210 g par kg) mais la proportion de lipides augmente : elle passe de 245 à 310 g par kg de gain chez des veaux de 140 kg lorsque la vitesse de croissance varie de 920 à 1230 g par jour et elle passe de 310 à 385 g par kg de gain chez des veaux de 185 kg pour des vitesses de croissance de 1200 à 1500 g par jour.

En revanche, selon des travaux canadiens et sud africains, au cours des premières semaines de la vie du veau et pour des gains de poids vif compris entre 300 et 750 g par jour, la composition du croît du veau ne semble pas très variable : les quantités d'énergie, de protéines et de lipides fixés augment proportionnellement à la quantité de EM ingérée.

III - Influence de la composition de l'aliment d'allaitement

La teneur en protéines (ainsi que la composition en acides aminés de ces protéines) et la teneur en matières grasses de l'aliment d'allaitement influencent la vitesse de croissance et la composition du croît.

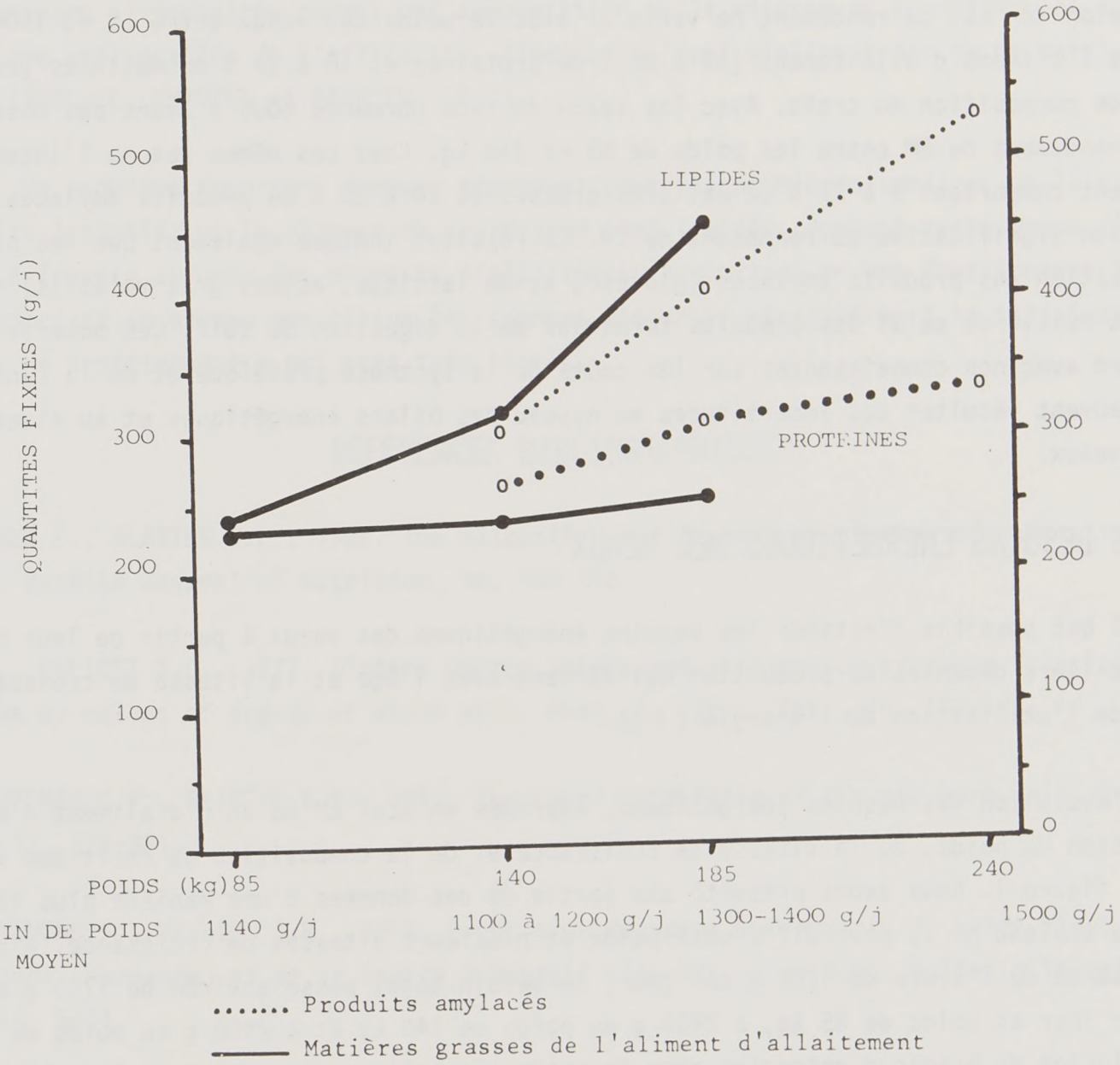
Dans une série d'expériences correspondant à un total de 135 bilans énergétiques et azotés, Van ES (1969) a distribué à des veaux mâles de race frisonne différents aliments d'allaitement à base de poudre de lait écrémé comportant 19 à 30 % de protéines et 10 à 26 % de matières grasses. Il a pu montrer, par régression multiple, que l'engraissement des veaux augmente lorsque la teneur en matières grasses de l'aliment d'allaitement s'élève au-dessus de 20 %, et lorsque la teneur en protéines diminue, et vice versa. Pendant les premières semaines de la période d'engraissement, une augmentation du taux protéique de 24 à 28 % entraîne une amélioration de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire ; inversement, un taux protéique inférieur à 20 % provoque une réduction de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire.

La nature et les proportions des sources d'énergie influencent également la vitesse de croissance et la composition du croît des animaux. Ainsi, chez le veau normand, la substitution de produits amylacés (source de glucose, d'acide lactique et d'acides gras volatils) à une partie des matières grasses (source d'acides gras longs) dans l'aliment d'allaitement entraîne, au-delà du poids de 100 kg, une augmentation de la synthèse protéïque apparente et une réduction de la lipogénèse (figure 2)(VERMOREL et al. 1973).

La composition du croît est comparable chez les veaux de 185 kg recevant un aliment d'allaitement comportant 30 % de produits amylacés et 9 ou 14 % de matières grasses et chez les veaux de 140 kg recevant un aliment d'allaitement comportant 10 % de produits amylacés et 20 ou 22 % de matières grasses. L'intérêt de la substitution de produits amylacés à une partie des matières grasses est d'autant plus grand que les veaux sont plus lourds et que leur niveau d'alimentation est plus élevé.

FIGURE II

INFLUENCE DE LA SUBSTITUTION DE PRODUITS AMYLACES A UNE PARTIE DES MATIERES GRASSES DE L'ALIMENT D'ALLAITEMENT SUR LES QUANTITES DE PROTEINES ET DE LIPIDES FIXES PAR LES VEAUX PRERUMINANTS A L'ENGRAIS.



EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE DES ALIMENTS D'ALLAITEMENT POUR LA CROISSANCE DU VEAU

La digestibilité apparente de l'énergie du lait de vache est de 97 % environ et celle des aliments d'allaitement est comprise entre 94 et 96 % ; elle peut diminuer jusqu'à 89 % lorsque la teneur en produits amylacés atteint 30 %. L'énergie urinaire représente 2 à 4 % de l'énergie ingérée suivant la concentration azotée de l'aliment et le poids du veau. L'énergie métabolisable correspond donc environ à 91 % de l'énergie brute, soit de l'ordre de 4650 kcal par kg de poudre pour un aliment d'allaitement comportant 22 % de matières grasses.

Le rendement de l'énergie métabolisable pour la croissance du veau est voisin de 69 %, ce qui signifie que 69 % de EM ingérée au-dessus des besoins d'entretien de l'animal sont déposés dans l'organisme du veau sous forme de protéines et de lipides. Le rendement de 68,7 ± 1,2 % obtenu par Van ES (1970) avec des veaux de race frisonne de 60 à 150 kg a été confirmé par nos résultats sur veaux normands de 85 à 240 kg pour lesquels nous avons obtenu un rendement de 69,4 ± 4,6 % (VERMOREL et al. 1973).

Selon Van ES, ce rendement ne varie ni avec le poids des veaux entre 60 et 150 kg, ni avec la composition de l'aliment d'allaitement (19 à 30 % de protéines et 10 à 26 % de matières grasses) malgré les différences de composition du croît. Avec les veaux de race normande nous n'avons pas observé non plus de variation de rendement de EM entre les poids de 85 et 240 kg. Chez ces mêmes veaux, l'ingestion d'aliments d'allaitement comportant 9 à 22 % de matières grasses et 10 à 30 % de produits amylacés n'entraîne pas de modification significative du rendement de EM. Ce résultat indique également que les produits terminaux de la digestion des produits amylacés (glucose, acide lactique, acides gras volatils) sont utilisés avec un rendement voisin de celui des produits terminaux de la digestion du suif. Ces observations qui ne sont pas en accord avec nos connaissances sur les coûts de la synthèse protéïque et de la synthèse lipidique apparentes peuvent résulter des incertitudes au niveau des bilans énergétiques et au niveau du besoin d'entretien des veaux.

ESTIMATION DES BESOINS ENERGETIQUES DES VEAUX

Il est possible d'estimer les besoins énergétiques des veaux à partir de leur besoin d'entretien (§ 1), de leurs dépenses de production qui varient avec l'âge et la vitesse de croissance (§ 2) et de l'éfficacité de l'utilisation de l'énergie (§ 3).

L'évolution des besoins énergétiques, exprimés en kcal EM ou en g d'aliment d'allaitement par jour en fonction du poids, de la vitesse de croissance et de la composition du croît des veaux est représentée sur la figure 1. Nous avons présenté une partie de ces données d'une manière plus facilement exploitable dans le tableau n° 1, pour différents poids et plusieurs vitesses de croissance. Ainsi, pour une vitesse de croissance de l'ordre de 1200 g par jour, le besoin total passe environ de 1700 g d'aliment d'allaitement par jour au poids de 85 kg, à 2400 g au poids de 140 kg et à 2900 g au poids de 185 kg. Compte-tenu de l'évolution du besoin d'entretien avec le poids métabolique du veau et de l'évolution de la composition du croît en fonction de la vitesse de croissance (fig. 1), il est possible d'estimer par interpolation les besoins énergétiques pour des poids ou des vitesses de croissance intermédiaires.

CONCLUSION

Les travaux récents sur le veaux préruminants ont permis d'améliorer notablement nos connaissances sur les besoins énergétiques de ces animaux et sur l'utilisation des aliments d'allaitement, tout du moins dans le cas de veaux mâles de race frisonne et de race normande. En revanche, on ne dispose pas encore de données sur d'autres races, comme la race charolaise, ou sur les veaux croisés charolais.

L'évolution de la composition du croît est également assez bien connue chez les veaux frisons et normands, ainsi que l'importance des facteurs de cette évolution (âge et poids, vitesse de croissance, composition de l'aliment d'allaitement) qui déterminent l'efficacité alimentaire de la ration. Ces données permettent de comprendre pourquoi il est intéressant d'utiliser des aliments d'allaitement dont les produits terminaux de la digestion favorisent la protéinogénèse et limitent la lipogénèse. Une solution a pu être trouvée pour les veaux de plus de 100 kg : la substitution de produits amylacés à une partie des matières grasses alimentaires permet une augmentation de la vitesse de croissance et du poids à l'abattage ainsi qu'une amélioration de l'efficacité alimentaire (kcal d'aliment par kg de gain) et de la qualité des carcasses (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1974).

Un problème important demeure cependant pour les premières semaines de la vie du veau au cours desquelles l'appétit et la vitesse de croissance sont limités. Pendant cette phase d'adaptation, il faut chercher à fournir au veau des aliments d'allaitement permettant un bon fonctionnement de l'appareil digestif et apportant au niveau des tissus les sources d'énergie nécessaires à la satisfaction des besoins d'entretien et de protéinogénèse qui sont très élevés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GONZALES-JIMENEZ E., BLAXTER K.L., 1962. The metabolism and thermal regulation of calves in the first month of life. British Journal of Nutrition, 16, 199-212.

JOHNSON P.T.C., ELLIOTT R.C., 1972. Dietary energy intake and utilization by young friesland calves. 3. The utilization by calves of energy of whole milk. Rhod. J. agric. Res., 10, 135-142.

ROY J.H.B., HUFFMAN C.F., REINEKE E.P., 1957. The basal metabolism of the new born calf. British Journal of Nutrition, 11, 373-381.

TOULLEC F., THIVEND P., MATHIEU C.M., 1974. Production de veaux à l'engrais de poids élevé ; influence de la race (frisonne, normande) et de la source d'énergie (lipides, glucides). Bulletin Technique du C.R.Z.V. de Theix, n° 15, 5-14.

VAN ES A.J.H., VAN WEERDEN E.J., FRENS A.M., 1966. Wärmeproduktion, Wasserverdünstung und Energistoffwechsel bei Mastkälbern, gefüttert mit einem flüssigen Milchersatzfutter. Ztsch. Tierphysiol. Tierern. Futterm. 21, 1, 25-33.

VAN ES A.J.H., 1969. Energie und stickstoffwexhsel von Mastkälbern. Information Landesarbeitskreis Füuerung Baden - Würtemberg, 69, 3, 1-6.

VAN ES A.J.H., VAN WEERDEN E.J., 1970. Can the liveweight gain of healthey veal calves be predicted from the ration ingested. Landb. Tijdschr., 82, Kalverdagnummer, 109-114.

VERMOREL M., BOUVIER J.C., THIVEND P., TOULLEC R., 1973. Utilisation énergétique des aliments d'allaitement par le veau préruminant à l'engrais à différents poids. 6ème Congrès Int. Métabo. énergétique, Stuttgart.

NUTRITION AZOTEE DU VEAU ET DE L'AGNEAU PRERUMINANTS

P. PATUREAU-MIRAND

Laboratoire d'Etude du Métabolisme Azoté

L'estimation du besoin en matières azotées d'après des critères nutritionnels implique une certaine connaissance de l'utilisation des matières azotées alimentaires par l'organisme, c'est-à-dire de leur métabolisme. C'est pourquoi nous n'étudierons le besoin en matières azotées du veau de race laitière à l'engrais et de l'agneau avant le sevrage et les moyens de satisfaire ce besoin qu'après avoir décrit l'influence de différents facteurs sur le métabolisme de l'azote chez ces animaux.

INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS SUR LE METABOLISME AZOTE DU VEAU ET DE L'AGNEAU PRERUMINANTS

I - Espèce et race

Le métabolisme de l'azote du veau préruminant semble légèrement différent de celui de l'agneau préruminant. La quantité de protéines fixées par kg de gain de poids est plus élevée chez le veau (200 à 210 g) que chez l'agneau (160 à 190 g). Chez ce dernier en revanche, l'urémie et l'aminoacidémie sont, d'une façon générale, plus élevées (35 et 50 mg p. 100 g de sang respectivement) que chez le veau (22 et 40 mg p. 100 g).

Il existe aussi des différences entre races. La quantité d'azote retenue par jour et par unité de poids métabolique($p^{0,73}$)est plus importante chez les veaux de race frisonne que chez ceux de la race jerseyaise ou ayrshire ayant atteint le même stade de développement (15 p. 100 du poids de l'adulte) (ROY, 1970). Selon TOULLEC, THIVEND et MATHIEU (1974) les veaux normands entre 100 et 190 kg auraient une capacité de synthèse protéique plus élevée que les veaux frisons de même poids lorsque l'aliment est riche en glucides.

Extrait d'une communication aux Journées sur les aliments d'allaitement et leur utilisation par le veau, l'agneau et le porcelet - Rennes - Février 1974. Le texte intégral sera publié dans un prochain numéro de la revue : les industries de l'alimentation animale.

II - Age

La quantité journalière de protéines (N x 6,25) fixées augmente avec l'âge (ou le poids) et la vitesse de croissance puis se stabilise. Chez le veau de boucherie de race laitière, la rétention protéine journalière est proche de 140 à 160 g pendant les premières semaines, lorsque le gain de poids journalier est voisin de 800 g ; elle tend vers 230 à 250 g dès que le veau qui atteint 100 kg a une vitesse de croissance proche de 1200 à 1300 g/j. Chez l'agneau, l'intensité de la syntèse des protéines musculaires est beaucoup plus grande à 7 jours qu'à 35 jours (ARNAL, FERRARA et FAUCONNEAU, travaux en cours). Cela explique que la rétention protéine augmente pendant les deux premières semaines puis tende vers 40 à 60 g/j.

Les matières azotées ingérées, les acides aminés plus précisément sont d'autant plus dégradés au cours du métabolisme que les animaux sont plus âgés, ce qui se traduit par des teneurs en urée sanguine et par une perte d'azote urinaire croissantes. En effet, les pourcentages de l'azote ingéré qui est excrété dans l'urine sont respectivement de 27 et 57 p. 100 chez les veaux de 60 et 185 kg ; chez l'agneau, ces pourcentages sont de 31 p. 100 à 2 semaines et de 52 p. 100 à 6 semaines. C'est pourquoi le coefficient d'utilisation pratique de l'azote et le coefficient de rétention azotée qui mesurent l'efficacité de la rétention azotée, baissent lorsque l'âge augmente.

Une protéosynthèse plus intense et un catabolisme des acides aminés plus faible chez les animaux les plus jeunes, expliquent en partie leur meilleure utilisation des matières azotées alimentaires.

III - Influence de l'apport alimentaire

BLAXTER (1962) et VAN WEERDEN (1971) ont montré, chez le veau, qu'une augmentation de la quantité de lait ingérée accroit la rétention azotée et plus encore le dépôt de lipides.

1 - Apport énergétique

La quantité et la qualité de l'énergie ingérée influencent le métabolisme de l'azote. La syntèse protéique paraît être facilitée lorsque l'énergie est apportée sous une forme particulièrement métabolisable.

- *Aspects quantitafifs*

La fixation d'azote dans les tissus implique la disponibilité à ce niveau d'une certaine quantité d'énergie. Une augmentation de l'ingestion d'énergie permet, en général un accroissement de la rétention azotée chez le veau et chez l'agneau. Ainsi, pour une même quantité de protéines ingérée, la rétention protéique qui est de 157 g/j chez les veaux qui ingèrent 5320 kcal/j est de 176 g/j chez ceux qui consomment 6750

kcal/j. Cependant, comme la rétention d'azote tend vers une limite, l'augmentation de la rétention azotée consécutive à l'ingestion d'une quantité supplémentaire d'énergie, devient très faible, voire nulle, lorsque l'apport énergétique dépasse une certaine valeur.

- Aspects qualitatifs

Les différents composés riches en énergie des aliments n'ont pas la même efficacité pour favoriser la rétention azotée. L'utilisation métabolique des acides aminés pour la synthèse protéique peut être améliorée lorsqu'une fraction de l'énergie est apportée sous forme d'acides gras à chaine moyenne ou de glucides. VERMOREL et al (1973) ont montré que le remplacement d'une partie des matières grasses par des produits amylacés améliore sensiblement la rétention azotée chez des veaux de 150 kg et surtout de 190 kg. Parallèlement à cette amélioration de la rétention azotée, TOULLEC et PATUREAU-MIRAND (résultats non publiés) observent des urémies plus faibles dans le sang des veaux qui consomment des aliments enrichis en glucides.

2 - Apport azoté

La quantité et la nature, en particulier la composition en acides aminés, des protéines ingérées sont les principaux facteurs du métabolisme azoté.

- Aspects quantitatifs

La possibilité de fixer des protéines (ou de l'azote) dans les tissus dépend en premier lieu de la quantité de protéines (ou d'azote) ingérée comme l'ont montré notamment BLAXTER et WOOD (1951) chez le veau, et BLACK, PEARCE et TRIBE (1973) chez l'agneau. Cependant, le rapport entre les quantités d'azote et d'énergie ingérées détermine en partie l'utilisation métabolique des matières azotées de la ration. Elles sont d'autant plus dégradées pour être utilisées à des fins énergétiques que le taux protéique du régime est elevé comme l'indiquent les augmentations de l'urémie et de la perte azotée urinaire avec le taux protéique. En effet, chez l'agneau, lorsque le taux protéique passe de 20 à 30 %, l'urémie et la perte azotée urinaire journalière sont plus que doublées et le pourcentage de l'azote ingéré qui est excrété dans l'urine passe de 36 à 52 %. En outre, les fortes concentrations en acides aminés libres du sang mesurées après ingestion de régimes à taux protéique élevé témoignent de l'utilisation métabolique incomplète des matières azotées alimentaires. C'est pourquoi si la quantité de matières azotées ingérée est constante, la rétention azotée est plus faible avec les régimes à taux protéique élevé qu'avec les régimes à taux protéique bas. Autrement dit, le coefficient de rétention azotée et le coefficient d'utilisation pratique de l'azote tendent à baisser si le taux protéique monte.

- *Aspects qualitatifs*

Le veau préruminant est sensible à la composition en acides aminés des matières azotées alimentaires comme tous les animaux monogastriques. Ainsi la supplémentation en méthionine des protéines de lait permet, chez le veau de boucherie une augmentation de la vitesse de croissance et une amélioration de l'indice de consommation (ODORICO, 1969). De plus, les concentrations du sang en certains acides aminés libres dépendent de la teneur des protéines alimentaires en ces acides aminés.

Différents facteurs liés aux animaux (espèce, race, âge) ou au régime (taux énergétique et azoté des rations, qualité de l'énergie et des matières azotées en particulier) influent donc sur le métabolisme de l'azote chez le veau ou l'agneau préruminants. Il conviendra d'en tenir compte pour évaluer le besoin en matières azotées.

BESOIN EN PROTEINES ET EN ACIDES AMINES INDISPENSABLES

I - Besoin en proteines

Il semble préférable d'exprimer le besoin en matières azotées ou en acides aminés indispensables en grammes par jour, c'est-à-dire de la même façon que la dépense physiologique journalière, et de préciser l'âge ou le poids des animaux auxquels il s'applique (pour éviter cela, il est possible dans certains cas d'exprimer le besoin en g/kg ^{0,75}/j). Pour tenir compte de l'énergie des rations ou pour établir des régimes, ce besoin peut être rapporté au besoin en énergie et exprimé en grammes pour 1000 kcal d'énergie digestible ou en grammes pour 100 grammes de matière sèche. Le besoin en matières azotées peut être évalué de plusieurs façons :

1 - par la méthode factorielle qui consiste à calculer la dépense azotée en ajoutant à la rétention azotée journalière (pour différents âges ou poids et vitesses de croissance), la dépense journalière d'azote endogène (dépense qui correspond à la perte d'azote inévitable due au maintien et à la survie des tissus). Le besoin journalier en matières azotées peut alors être estimé en divisant la dépense azotée par un coefficient d'utilisation de l'azote alimentaire. Le taux protéique à utiliser est déduit de ces résultats lorsqu'est connu le besoin énergétique (tabl. 1). Cette méthode a l'inconvénient d'additionner des dépenses azotées qui ne sont pas mesurées dans les mêmes conditions de nutrition et nécessite l'estimation d'un coefficient d'utilisation de l'azote alimentaire qui est variable sous l'influence des divers facteurs déjà étudiés.

2 - par l'étude systématique de l'influence de l'apport azoté sur la croissance ou la rétention azotée à l'aide d'expériences d'alimentation. BLACK et al. (1973) ont ainsi estimé le besoin de l'agneau de 8 à 30 kg (fig. 1). Les taux protéiques qui permettent les rétentions azotées maximales sont d'autant plus élevés que les agneaux sont plus jeunes. VAN WEERDEN (1971) en étudiant les besoins du veau de boucherie par une méthode semblable arrive à des conclusions analogues : un taux protéique de 28 p. 100 favorise la rétention azotée pendant les 4 premières semaines alors qu'un taux protéique de 20 p. 100 paraît suffisant pendant les 6 à 7 semaines de la période de finition.

TABLEAU I

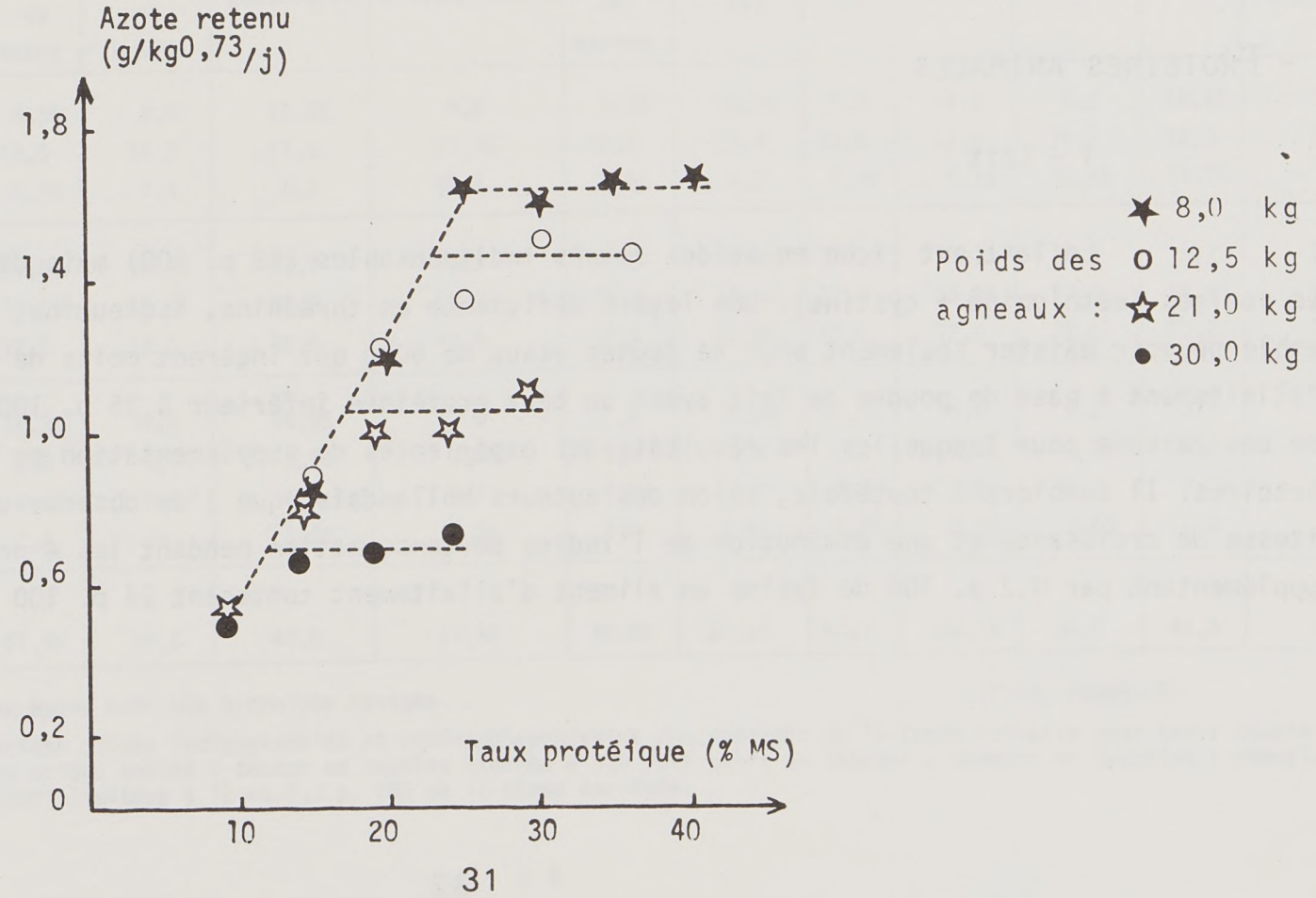
BESOIN EN PROTEINES DIGESTIBLES DU VEAU PRERUMINANT ET TAUX PROTEIQUE OPTIMAL (ROY, 1970)

Vitesse de croissance (kg/j)	1,0		1,5	
Poids (kg)	Proteines digestibles (g/j)	Taux proteique (% MS)	Proteines digestibles (g/j)	Taux protéique (% MS)
60	270	23,5	-	-
80	275	20,5	390	24
100	280	17,5	400	22
120	285	16,5	405	20
140	295	15,0	410	18,5

Les recommandations de ce tableau paraissent légèrement inférieures (environ 10 %) à celles souvent observées dans la pratique, notamment pour les poids et vitesse de croissance élevés.

FIGURE I

EVOLUTION DE LA RETENTION AZOTEE EN FONCTION DU TAUX PROTEIQUE DU REGIME CHEZ L'AGNEAU PRERUMINANT (BLACK ET AL, 1973)



II - Besoin en acides aminés indispensables

La connaissance des besoins du veau ou de l'agneau préruminants en acides aminés indispensables n'était pas nécessaire jusqu'à présent car ces animaux recevaient des aliments contenant des protéines de haute qualité : celles du lait. Le remplacement total ou partiel de ces protéines de substitution diverses implique maintenant une meilleure connaissance du besoin qualitatif en matières azotées, c'est-à-dire en acides aminés indispensables en particulier.

Bien que la nature des acides aminés qui sont réellement indispensables pour le veau et l'agneau préruminants n'ait pas été directement déterminée plusieurs éléments conduisent à penser que ce sont les mêmes que ceux qui le sont pour le porc et le rat en croissance, c'est-à-dire : la thréonine, la valine, la méthionine, l'isoleucine, la leucine, la phénylalanine, la lysine, l'histidine, l'arginine et le tryptophane. La cystine et la tyrosine qui peuvent être respectivement synthétisées à partir de méthionine et de phénylalanine sont considérées comme des acides aminés semi-indispensables.

L'étude du besoin en acides aminés indispensables du veau et de l'agneau a été entreprise en examinant les variations de l'aminoacidémie après ingestion de quantités croissantes d'acides aminés. Si un acide aminé indispensable est apporté en quantité insuffisante, les teneurs en ce composé dans le sang sont basses et peu variables. S'il est apporté en excès, il s'accumule car son utilisation métabolique est incomplète. L'apport optimal correspond à celui pour lequel on observe un début d'accumulation. Les toutes premières estimations approximatives des besoins en acides aminés indispensables du veau et de l'agneau sont rapportées dans le tableau 2 et comparées à celles du porc et du rat. Connaissant le besoin en acides aminés indispensables, il est facile d'en déduire le besoin en une protéine de composition connue

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DES PROTEINES

La qualité d'une protéine s'apprécie par sa teneur en acides aminés indispensables dont l'équilibre se mesure par le pourcentage qui représente chacun d'entre eux dans la somme corrigée de leurs teneurs (tableau 3)

I - Proteines animales

1 - Lait

Le lait est riche en acides aminés indispensables (52 p. 100) mais déficient en acides aminés soufrés (méthionine + cystine). Une légère déficience en thréonine, isoleucine, lysine et arginine semble pouvoir exister seulement pour de jeunes veaux de 60kg qui ingèrent moins de 1250 g d'un aliment d'allaitement à base de poudre de lait ayant un taux protéique inférieur à 25 p. 100. C'est peut-être une des raisons pour lesquelles les résultats des expériences de supplémentation en lysine sont contradictoires. Il semblerait toutefois, selon des auteurs hollandais, que l'on observe une augmentation de la vitesse de croissance et une diminution de l'indice de consommation pendant les 4 premières semaines en supplémentant par 0,2 p. 100 de lysine un aliment d'allaitement contenant 24 p. 100 de protéines de lait.

TABLEAU II

BESOINS EN ACIDES AMINES INDISPENSABLES ET SEMI-INDISPENSABLES DU VEAU ET DE L'AGNEAU PRERUMINANTS, DU PORC ET DU RAT

Acides aminés indispensables (A.A.I.)	Veau $g/kg^{0,75}/j$	Agneau g p 100 g M.S.	Veau g p 100 g A.A.I.	Agneau g p 100 g A.A.I.	Porc g p 100 g A.A.I.	Rat g p 100 g A.A.I.
THREONINE	0,8	1,2	10,2	8,1	10,55	9,15
VALINE	0,9	1,6	11,5	10,8	11,75	10,1
CYSTINE + METHIONINE	0,65	1,1	8,3	7,4	11,75	11,0
ISOLEUCINE	0,85	1,55	10,9	10,5	11,75	10,1
LEUCINE	1,3	2,5	16,6	16,9	14,1	13,4
TYROSINE + PHENYLALANINE	0,9	2,3	11,5	15,5	11,75	13,95
LYSINE	1,3	2,5	16,6	16,9	16,4	17,4
HISTIDINE	0,4	0,65	5,1	4,4	4,25	4,6
ARGININE	0,55	1,1	7,0	7,4	4,7	7,5
TRYPTOPHANE	-	-	(2,2) (5)	(2,2) (5)	3,05	2,75
AUTEURS	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)

(1) PATUREAU-MIRAND, TOULLEC, PARUELLE, PRUGNAUD et PION, 1974
(2) PATUREAU-MIRAND, THERIEZ et PION (travaux en cours)
(3) FAUCONNEAU et PION (1972)
(4) RANHOTRA cité par FAUCONNEAU (1967)
(5) La valeur retenue est le pourcentage que représente la tryptophane dans la somme corrigée des teneurs en acides aminés indispensables du lait.

TABLEAU III

COMPOSITION EN ACIDES AMINES INDISPENSABLES ET SEMI-INDISPENSABLES DE DIVERSES PROTEINES (P. 100 DE LA SOMME CORRIGEE (2) DES TENEURS EN ACIDES AMINES INDISPENSABLES ET SEMI-INDISPENSABLES)

	Lait de vache	Lait de brebis	Lactoserum	Lactoprotéines	Farine de hareng	CPSP 90 (1)	Soja	Féverole	Tournesol	Colza	Levures d'alcanes
THREONINE	8,85	8,9	12,35	9,8	9,55	10,15	9,3	9,2	9,2	10,45	11,8
VALINE	13,8	14,2	11,5	11,15	12,2	11,4	12,0	12,0	14,1	12,3	12,55
CYSTINE + METHIONINE	6,75	7,4	6,8	10,4	8,85	8,7	7,35	6,15	10,55	11,75	5,95
ISOLEUCINE	11,05	10,45	11,7	10,5	10,0	9,35	11,35	11,25	11,7	9,7	11,5
LEUCINE	16,55	15,65	17,6	15,75	15,0	14,05	17,0	16,85	16,1	14,25	15,85
TYROSINE + PHENYLALANINE	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
LYSINE	16,35	16,4	16,95	17,9	17,9	20,35	14,75	16,6	9,2	13,4	16,8
HISTIDINE	5,6	5,7	3,55	3,45	5,2	5,2	6,1	6,65	6,25	6,2	4,15
ARGININE	6,85	7,1	4,6	5,7	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
TRYPTOPHANE	2,2	-	2,95	3,35	2,0	1,45	2,85	2,05	3,65	2,8	2,15
Somme corrigée des teneurs en A.A.I. et S.I.	51,95	54,6	47,8	59,55	45,05	37,35	44,1	39,15	39,8	42,6	47,05

(PION, PRUGNAUD)

(1) Proteines de poisson blanc ayant subi une hydrolyse ménagée

(2) La somme des teneurs en acides aminés indispensables et semi-indispensables est corrigée de la façon suivante pour tenir compte d'éventuels excès en certains acides aminés : teneur en leucine limitée à 1,5 fois celle en leucine ; teneurs en tyrosine + phénylalanine et en arginine respectivement limitées à 12 et 7,3 p. 100 de la somme corrigée.

2 - Autres protéines

Les protéines de lactosérum semblent déficitaires en méthionine et peut être en histidine et arginine mais sont bien pourvues en thréonine et tryptophane. A l'exception d'une déficience en arginine et histidine, les lactoprotéines sont remarquablement riches en acides aminés indispensables (59,5 p. 100). Les protéines de poisson paraissent bien équilibrées ; cependant les matières azotées du concentré protéique de poisson (CPSP 90) sont pauvres en acides aminés indispensables (37,4 p. 100) et en tryptophane.

II - PROTEINES VÉGÉTALES

Les protéines de soja sont riches en acides aminés indispensables mais carencées en acides aminés soufrés et dans une moindre mesure en thréonine et lysine ; les protéines de féverole, moins riches en acides aminés indispensables, présentent la même déficience en acides aminés soufrés à laquelle s'ajoute une légère carence en thréonine. Les protéines de tournesol sont déficientes en lysine et sans doute en thréonine. Les protéines de colza semblent carencées en lysine et dans une moindre mesure en isoleucine. Les protéines de levures d'alcanes sont riches en acides aminés indispensables mais déficientes en acides aminés soufrés et peut être en histidine.

Ces protéines végétales, hormis quelques déficiences en certains acides aminés indispensables qu'il est possible de pallier par complémentation avec d'autres protéines ou par supplémentation avec des acides aminés industriels, sont relativement bien équilibrées en acides aminés indispensables. Cependant, "pour être bien utilisées, la plupart de ces protéines végétales devront être extraites ou fortement purifiées afin d'être débarrassées des constituants peu digestibles ou nocifs qui les accompagnent" (TOULLEC, communication personnelle).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BLACK J.L., PEARCE G.R., TRIBE D.E., 1973. Br.J. Nutr., 30, 45-60

BLAXTER K.L., 1962. The energy metabolism of ruminants. p. 167.

BLAXTER K.L., WOOD W.A., 1951. Br. J. Nutr., 5, 55-67

FAUCONNEAU G., 1967. 9th International Congress of animal production. Edinburgh. p. 51-52.

FAUCONNEAU G., PION R., 1972. Ann. Zootech., 21, 275-297.

ODORICO G., 1969. Zootechnia, 18-29-38.

PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., PARUELLE J.L., PRUGNAUD J., PION R., 1974. Ann. Zootech. (sous presse).

ROY J.H.B., 1970, J. Sci. Fd. Agric., 21, 346-351.

TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.M., 1974. Bull. tech.C.R.Z.V., Theix, 15, 5-14

VAN WEERDEN E.J., 1971. In proceedings international milk replacer symposium. Zurich. Suisse. N.R.A.

SEVRAGE PRECOCE DES VEAUX D'ELEVAGE

DISTRIBUTION DU LAIT EN 1 OU 2 REPAS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE

J. L. TROCCON

Laboratoire de la Production Laitière

L'objectif du sevrage précoce est le passage rapide du jeune veau de l'état de monogastrique à celui de ruminant (polygastrique) en stimulant le plus tôt possible la consommation d'aliments solides (aliment concentré puis fourrage grossier) aux dépens de l'alimentation lactée.

Classiquement, le lait est distribué individuellement aux veaux en quantité limitée 2 fois par jour (matin et soir) mais ce système est exigeant en main d'oeuvre. C'est pourquoi de nombreux auteurs ont essayé d'apporter ce lait en 1 seul repas par jour et de voir si cette nouvelle technique avait une influence sur les performances des veaux d'élevage jusqu'au sevrage, après le sevrage jusqu'à 6 mois et même au-delà. Nous examinerons les résultats rapportés dans la bibliographie.

CONDITIONS EXPERIMENTALES DES ETUDES EFFECTUEES

Les expériences ont été réalisées sur des animaux de sexes et de races différents : Holstein, FFPN, British Friesian, Ayrshire, Montbéliarde, à partir de la naissance ou de 2 à 3 semaines d'âge.

Les comparaisons ont été effectuées :

1°/ soit avec des laits de concentration identique en faible quantité : lait entier dont la quantité distribuée a varié de 100 à 130 kg selon les essais, ou lait de remplacement préparé à partir de 12 à 23 kg d'aliment d'allaitement à une concentration de 100 à 160 g/kg selon les essais. Les veaux ont reçu le même volume de lait en 1 ou 2 repas par jour (tableau 1) ;

2°/ soit avec des laits de remplacement de concentration différente. Le lait de remplacement offert aux veaux recevant 1 seul repas par jour a une concentration plus élevée (150 à 250 g/kg) que celui offert aux veaux recevant 2 repas (90 à 160 g/kg). Le volume de lait de remplacement distribué par jour est différent mais la quantité offerte d'aliment d'allaitement est la même avec 1 ou 2 repas par jour, faible (10 à 20 kg) ou élevée (30 à 50 kg) selon les essais. La concentration est constante pendant toute la période de sevrage sauf pour HODEN (1972) (tableau 2).

Concentration = teneur du lait en matière sèche (lait entier) ou en aliment d'allaitement (lait de remplacement).

Le sevrage a été pratiqué en fonction de l'âge (de 21 à 70 jours) par la plupart des auteurs, ou de l'ingestion d'aliment concentré (2, 9, 23)*.

Les veaux élevés sur leur lieu de naissance ont reçu le colostrum maternel pendant 1 à 4 jours. Ensuite, les laits* utilisés ont été du lait de remplacement**, du lait entier ou du colostrum conservé par congélation (19, 20). Les teneurs en matières azotées totales et en matières grasses des aliments d'allaitement*** ont varié respectivement de 20 à 27 p.100 et de 1 à 20 p.100 par kg. Seul GORILL (1972) utilise un aliment d'allaitement dont les matières azotées proviennent pour moitié de la poudre de lait et pour moitié d'un concentré de protéines de poisson. Le lait distribué individuellement en quantité limitée a été offert chaud (37°C) sauf par PHELPS (1969) et RADMALL (1973) qui l'ont offert froid à 8°C et 3°C respectivement.

Les veaux ont eu à leur disposition dès le début de l'expérience de l'eau propre et un aliment concentré distribué en quantité limitée (500 g à 3 kg) ou ad libitum contenant 13 à 25 p.100 de matières azotées totales par kg selon les essais.

Les veaux ont également reçu dès le début ou après quelques semaines d'expérience du foin de luzerne ou de graminées, mais aussi de l'ensilage de maïs (13) ou de céréales immatures (10).

RESULTATS

Tous les auteurs ont remarqué que le régime à 1 repas de lait par jour au lieu de 2 était bien accepté par les veaux. Certains auteurs (4, 9, 24, 32) ont observé une plus grande fréquence de diarrhées chez les veaux recevant 1 repas lacté par jour alors que d'autres ont noté l'effet inverse (28) ou n'ont pas trouvé de différences (13, 20, 21).

I - GAIN DE POIDS VIF

1 - de la naissance au sevrage :

La distribution du lait en 1 ou 2 repas par jour a permis les mêmes performances que :

a/ les quantités de lait distribuées soient faibles ou élevées.

Avec des quantités faibles de lait entier (14, 18, 21) ou d'aliment d'allaitement (1, 2, 3, 6, 9, 12, 23, 30, 31), les gains de poids vif entre le début de l'expérience et le sevrage ont été en moyenne de 406 g/j que les veaux aient reçu le lait en 1 ou 2 repas par jour (tableau 1 et tableau 2 a). Avec les quantités plus élevées (30 à 50 kg) d'aliment d'allaitement (5, 10, 11, 13, 28) les performances sont aussi comparables : 701 et 694 g/j (tableau 2 b).

---

* Lait = Aliment lacté liquide

** Lait de remplacement = aliment d'allaitement plus eau

*** Aliment d'allaitement = aliment lacté sec de remplacement.

* Voir références bibliographiques.

TABLEAU I

SEVRAGE PRECOCE DES VEAUX D'ELEVAGE

DISTRIBUTION DU LAIT EN 1 OU 2 REPAS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE A CONCENTRATION IDENTIQUE

AUTEURS (Année)	Nombre de repas par jour	Concentration du lait (g/kg)	ANIMAUX						QUANTITES INGEREES			Gain de poids vif (g/j)
			Sexe - Nombre		Race	Age au départ (j)	Poids au départ (kg)	Age au sevrage (j)	Lait (kg)	Concentré (kg)	Fourrage (kg MS)	
			Males	Femelles								
LAIT ENTIER												
KHOURI (1969)	1		20		Frisonne	3 à 5	39,2	35	100	4,1	*	450
	2		20				39,3	35	100	4,2		500
MORILL (1973)	1		3	9	Holstein	7	*	42	130	15,9	0	470
	2		3	9				42	130	16,8	0	530
OWENS (1971)	1		5	5	Holstein	3	*	28	100	15,3	1,8	480
	2		5	5				28	100	14,6	2,2	438
LAIT DE REMPLACEMENT												
BROADBENT (1973)	1	160	21		Frisonne et Ayrshire	7	43,7	47	11	*	*	380
	2	160	21				42,9	55	15			340
EECKHOUT (1971)	1	130	13		Flandres orientales	8	49,5	56	22	41,6	8,1	648
	2	130	13				49,4	56	22	37,6	8,7	600
PHELPS (1969)	1	140	*		Frisonne et Ayrshire	1	37,2	33	14	9,5	*	295
	2	140					37,7	35	14	10,4		322
WILLETT (1964)	1	100		12	Holstein	1	38,0	40	17	13,6	1,3	272
	2	100		12			41,6	40	19	12,5	1,4	290

TABLEAU II

SEVRAGE PRECOCE DES VEAUX D'ELEVAGE

DISTRIBUTION DU LAIT EN 1 OU 2 REPAS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE AVEC DES CONCENTRATIONS DIFFERENTES

a/ Quantité faible de lait de remplacement												
ACKERMAN (1967)	1	200	10	16	Holstein et Ayrshire	3	*	42	17,8	*	*	362
	2	100	10	16				42	17,8			361
BURT (1967)	1	130	6	6	Ayrshire	4	34	32	9,9	9,4	0,7	303
	2	90	6	6			35	32	9,9	9,3	0,5	298
GORILL (1972)	1	250		17	Holstein	5	*	24	10,2	6,6	*	374
	2	125		17				26	11,4	6,2		380
JOHNSON (1970)	1	200	8	8	Friesland	5	39	54	18,5	41,4	0	525
	2	100	8	8			37	54	18,5	38,5	0	498
WILSON (1968)	1	150	12		Frisonne	5	46	40	14,0	*	*	310
	2	100	12				46	40	14,0			310
b/ Quantité élevée de lait de remplacement												
DEBEDAN (1973)	1	150	32		Frisonne	9	49	57	30,7	42,1	13,1	745
	2	100	32				49	57	30,4	39,8	11,2	717
HODEN (1972)	1	230	8	18	Frisonne et Holstein	6	34	60	50,0	21,7	4,5	702
	2	140	7	15			35	60	50,7	24,4	5,2	728
HODEN (1973)	1	220		10	Frisonne et Montbéliarde	3	32	55	42,5	6,6	3,5	681
	2	130		10			32	57	42,0	4,8	3,0	677
KERVEILLANT (1972)	1	200		20	Frisonne	20	49	66	34,0	*	*	827
	2	100		20			49	66	33,8			826
WHITE (1970)	1	150		16	Frisonne	8	40	70	33,7	*	*	550
	2	130		16			40	70	33,7			520

* Non précisé

b/ le sevrage ait lieu tôt ou tard.

Les veaux sevrés à moins de 40 jours d'âge (3 , 9 , 14 , 21 , 23) ont gagné 380 et 388 g/j entre le début de l'expérience et le sevrage respectivement avec 1 ou 2 repas de lait par jour. Avec un sevrage à plus de 40 jours d'âge (1 , 2 , 5 , 6 , 10 , 11 , 12 , 13 , 18 , 28 , 30 , 31), les performances sont aussi comparables : 539 et 533 g/j (tableaux 1 et 2).

c/ la concentration du lait soit identique ou non avec 1 ou 2 repas par jour.

A même concentration du lait, les gains de poids vif du début de l'expérience au sevrage ont été de 428 et 431 g/j respectivement avec 1 ou 2 repas de lait par jour (2 , 6 , 14 , 18 , 21 , 23, 30) (tableau 1). A concentration différente (1 , 3 , 5 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 28 , 31) ils ont été de 538 et 532 g/j (tableau 2).

Cependant selon PETTYJOHN (1963), lorsque le lait est distribué à volonté à des veaux de boucherie, le gain de poids vif le plus élevé est obtenu avec une concentration du lait de remplacement voisine de 150 g/kg au sein d'une gamme allant de 50 à 250 g/kg. Dans les essais rapportés, la concentration du lait de remplacement n'a pas d'influence probablement parce que les quantités de lait de remplacement distribuées chaque jour sont limitées et assez faibles.

d/ les veaux soient des mâles ou des femelles.

Les gains de poids vif entre le début de l'expérience et le sevrage ont été de 559 et 545 g/j pour les veaux mâles ayant reçu 1 ou 2 repas de lait par jour (2 , 5 , 6 , 13 , 14 , 28 , 31). Avec les veaux femelles, les performances sont aussi comparables : 405 et 417 g/j (9 , 11 , 23 , 30) (tableau 1 et tableau 2).

La distribution de 1 repas de lait par jour au lieu de 2 n'augmente pas la variabilité des gains de poids vifs entre les veaux de la naissance au sevrage. Dans l'étude réalisée à Theix (10), le coefficient de variation de gain de poids vif de la naissance au sevrage a été de 14,3 p.100 pour chaque méthode d'allaitement. Au domaine expérimental du S.E.I. à Marcenat (11), le coefficient de variation a été voisin de 11 p.100.

2 - après le sevrage :

La distribution du lait en 1 ou 2 repas par jour ne modifie pas le gain de poids vif des veaux après le sevrage.

Au cours de la période de 2 à 5 mois qui suit le sevrage, la distribution du lait en 1 ou 2 repas par jour ne modifie pas le gain de poids vif des veaux : 849 g/j (2 , 5 , 6 , 9 , 10 , 12 , 13 , 14 , 18 , 23). De la naissance à un âge de 3 à 6 mois selon les essais, les résultats sont aussi comparables : 719 et 714 g/j avec 1 ou 2 repas lacté par jour (tableau 3).

TABLEAU III

SEVRAGE PRECOCE DES VEAUX D'ÉLEVAGE

DISTRIBUTION DU LAIT EN 1 OU 2 REPAS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE

PERFORMANCES RÉALISÉES PAR LES VEAUX APRÈS LE SEVRAGE

AUTEURS (Année)	Nombre de repas par jour	ANIMAUX Sexe Mâles	ANIMAUX Nombre Femelles	AU SEVRAGE Age (j)	AU SEVRAGE Poids vif (kg)	AU SEVRAGE Gain de poids vif (g/j)	APRES LE SEVRAGE Nombre de jours	APRES LE SEVRAGE Quantités ingérées (kg MS) Concentré	APRES LE SEVRAGE Quantités ingérées (kg MS) Fourrage	APRES LE SEVRAGE Poids vif (kg)	APRES LE SEVRAGE Gain de poids vif (g/j)
BROADBENT (1973)	1	21		47,6	62,2	380	40,4	92,0**	*	85,7	720
	2	21		55,0	61,6	340	40	93,4**		87,1	790
DEBEDAN (1973)	1	32		57	85,8	745	41	100,3	21,0	119,0	797
	2	32		57	84,4	717	41	98,4	18,4	117,0	780
EECKHOUT (1971)	1	13		56	85,8	648	56	129,5	24,4	138,4	939
	2	13		56	83,0	600	56	131,1	31,8	134,2	913
GORILL (1972)	1		17	24,3	*	374	157,7	260	225	164	742
	2		17	26,4		380	155,6	257	215	164	746
HODEN (Theix) (1972)	1	8	18	60	72,4	702	126	220	178	182	914
	2	7	60	60	74,2	728	126	225	191	189,6	940
JOHNSON (1970)	1	8	8	54	67,8	525	90	295,0	0	161,6	1097
	2	8	8	54	64,4	498	94	293,6	0	159,2	1058
KERVEILLANT (1972)	1	20		66	89,7	867	46	109,3**	49,6**	134,6	1010
	2	20		66	87,9	826	46	114,4**	54,8**	136,3	1089
KHOURI (1969)	1	20		35	58,1	450	70	63,3	*	104,1	704
	2	20		35	56,7	500	70	61,8		104,9	681
MORILL (1973)	1	3	9	42	*	470	42	99,1	0	*	790
	2	3	9	42		530	42	92,0	0		770
PHELPS (1969)	1		*	33,8	48,1	295	50,2	86,8	8,4	84,9	772
	2			35,2	49,9	322	48,8	84,5	8,3	84,9	726

* Non précisé

** Quantités ingérées à partir de l'arrivée des veaux.

A 1 an d'âge, les mâles de race British Friesian (31) pesaient 354 kg (1 repas) et 347 kg (2 repas) et avaient eu des courbes de croissance identiques. Dans l'essai effectué à Theix (10), les génisses FFPN , Holstein ou croisées ayant reçu 1 repas lacté par jour pesaient 294 kg à 1 an (n = 15) et 508 kg à 2 ans (n = 13) contre 292 kg à 1 an (n = 13) et 501 kg à 2 ans (n = 11) pour celles ayant reçu 2 repas.

Donc les gains de poids vif à court, moyen ou long terme ne diffèrent pas selon que les veaux ont reçu avant sevrage 1 ou 2 repas de lait par jour.

II - QUANTITÉ D'ALIMENTS INGÉRÉE

La distribution de lait en 1 repas par jour au lieu de 2 n'a pas d'effet (3, 10, 12 , 14 , 18 , 21 , 30) ou parfois un effet favorable (5 , 6 , 11) sur la consommation d'aliments solides (aliment concentré et fourrage) avant le sevrage.

Lorsque les veaux sont sevrés à une ingestion déterminée d'aliment concentré, ceux recevant 1 repas lacté par jour au lieu de 2 peuvent être sevrés 7,4 (2), 2,1 (9) et 1,4 jours (23) plus tôt. Après le sevrage, les quantités ingérées d'aliments solides sont comparables que les veaux aient reçu 1 ou 2 repas de lait par jour.

Lorsque le lait de remplacement est offert à une concentration différente, la distribution de 1 repas de lait par jour au lieu de 2 réduit la quantité totale d'eau ingérée (eau du lait de remplacement et eau de boisson) par les veaux de la naissance au sevrage (3,22). Cette diminution est de l'ordre de 20 p.100 malgré une augmentation de l'ingestion d'eau de boisson de 50 p.100 lorsque la concentration du lait augmente de 50 p.100 (140 g/kg avec 2 repas, 220 g/kg avec 1 repas) (3,22).

III - TEMPS DE TRAVAIL

La suppression de 1 repas de lait par jour au cours de la période de sevrage réduit le temps d'allaitement de 40 p.100 (5, 21 , 28). Par ailleurs, l'organisation du travail à la ferme peut être facilitée car il est possible de déplacer l'heure d'allaitement dans la journée.

CONCLUSION

Indépendamment des techniques d'alimentation utilisées, la distribution de 1 repas de lait par jour au lieu de 2 de la naissance au sevrage :

- est bien acceptée par les veaux d'élevage,
- stimule parfois leur appétit pour les aliments solides,
- ne modifie pas les gains de poids vif à court, moyen ou long terme,
- ne pose pas de problèmes sanitaires particuliers,
- permet un gain de temps appréciable.

Cette technique est maintenant utilisée systématiquement pour le sevrage précoce des veaux d'élevage par de nombreux auteurs (7 , 8 , 15 , 16 , 29). A l'I.N.R.A. (C.R.Z.V. de Theix et d'Orcival, Domaine expérimental du S.E.I. à Marcenat), 200 veaux femelles de race FFPN, Holstein, Holstein x FFPN et Montbéliarde ont été sevrés à 6 (30 kg d'aliment d'allaitement) et 8 semaines (40 kg d'aliment d'allaitement) avec 1 repas de lait par jour après avoir reçu le colostrum maternel pendant 1 à 4 jours selon les lieux. Ces essais, dont les résultats sont récapitulés dans le tableau 4 montrent la possibilité de distribuer 1 seul repas de lait à partir de 1 à 4 jours après la naissance avec une concentration unique de 220 g d'aliment d'allaitement par kg de lait de remplacement.

TABLEAU IV

SEVRAGE PRÉCOCE DES VEAUX D'ÉLEVAGE

DISTRIBUTION DU LAIT DE REMPLACEMENT EN 1 REPAS PAR JOUR

Résultats obtenus à l'I.N.R.A. (Theix, Orcival, Marcenat) sur des veaux femelles avec un aliment d'allaitement classique .

ESSAI	Nombre de veaux	Aliment d'allaitement (kg)	Age au sevrage (jours)	G.P.V. Naissance-Sevrage (g/j)	Poids vif (kg) à 6 mois
1	18	50	60	687 ± 124	175
2	36	44	57	585 ± 80	173
3	32	30	43	506 ± 57	166
4	22	34	47	592 ± 97	162
5	14	35	46	711 ± 117	175
6	10	42	57	681 ± 77	156
7	18	37	52	627 ± 69	175

Aliment d'allaitement contenant 23 à 24 p.100 de matières azotées totales provenant exclusivement du lait et 18 à 19 p.100 de matières grasses par kg.

Ainsi, un sevrage entre 6 et 8 semaines avec 30 à 40 kg d'aliment d'allaitement permettant des gains de poids vif moyens de 600 à 700 g/j de la naissance au sevrage peut être proposé pour les veaux femelles (tableau 5).

TABLEAU V

SEVRAGE PRÉCOCE DES VEAUX D'ÉLEVAGE

DISTRIBUTION DU LAIT DE REMPLACEMENT EN 1 REPAS PAR JOUR

SCHÉMA D'ALLAITEMENT DANS LES CAS DE SEVRAGES A 6 OU 8 SEMAINES D'AGE.

AGE									
JOURS		SEMAINES							
1 - 4	5 - 7	2	3	4	5	6	7	8	9
Colostrum maternel	LAIT DE REMPLACEMENT (kg/j) (1)								
3 à 7 kg/j en 2 repas	3,5	4,0	4,5	4,5	3,5	2,0	0	0	0
	3,5	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	2,0	0

Jour 1 = Jour de la naissance

(1) Concentration du lait de remplacement en aliment d'allaitement : 220 g/kg

Pour les veaux mâles achetés à l'âge de 8 à 15 jours, 30 à 40 kg d'aliment d'allaitement distribués en 1 seul repas par jour pendant 6 à 8 semaines doivent permettre un gain de poids vif de 650 à 850 g/j. Une transition sera ménagée aux veaux achetés par l'augmentation progressive du volume de lait offert à la concentration choisie en 1 repas par jour.

Pour l'avenir, il est peut être possible d'envisager la distribution de l'aliment d'allaitement 6 fois par semaine au lieu de 7. Les performances des veaux ne semblent pas modifiées (9 , 23 , 31). Nous avons envisagé l'application de cette technique avec déplacement du repas du samedi et suppression de celui du dimanche à partir de la 2ème semaine de vie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) ACKERMAN R.A., THOMAS R.O. and HATCH R.C., 1968. J. Dairy Sci., 51 : 671 (Abst.).

(2) BROADBENT P.J., 1973. Anim. Prod., 17, 333-336.

(3) BURT A.W.A., 1968. Anim. Prod., 10, 113-116.

(4) DAVIS A.V., WOODWARD R.S.and RUSOFF L.L., 1970. J. Dairy Sci., 53, 674 (Abst.).

(5) DEBEDAN M., 1973. I.T.E.B. - C.A.C.G.-C.O.P.A.G.

(6) EECKHOUT I.W. et BUYSSE J.F., 1971. Revue de l'Agriculture, 24, 1351-1361.

(7) GIOVANNI R. et GUILHERMET R. (Publication en cours)

(8) GIOVANNI R. et GUILHERMET R. (Publication en cours)

(9) GORILL A.D.L., 1972. Feeding and nutrition of young replacement and veal calves, 3, 93-131.

(10) HODEN A. et JOURNET M., 1972. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, 7, 23-30.

(11) HODEN A., 1973. Non publié.

(12) JOHNSON P.T.C. and ELLIOTT R.C., 1970. Rhod. J. agric. Res.,8, 41-46.

(13) KERVEILLANT P. et MATHIOT D., 1972. A la Pointe de l'Elevage, 25-28.

(14) KHOURI R.H., 1969. N.Z.J. Agric. Res.,12, 650-653.

(15) LEAVER J.D. and YARROW N.H., 1972. Anim. Prod.,14, 155-165, 15, 315-318.

(16) LEIBHOLZ J. and KANG H.S., 1973. Anim. Prod. ,17, 257-265.

(17) MATHIEU C.M. et WEGAT-LITRE E., 1960. Ann. Zootech., 9 , 261-270.

(18) MORILL J.L. and MELTON S.L., 1973. J. Dairy Sci., 56 , 927-931.

(19) MULLER L.D., OWENS M.J., BEARDSLEY G.L. and SCHINGOETHE, 1974. J. Dairy Sci., 57 ,319-322.

(20) OWEN F., PLUM M. and APPLEMAN R.D., 1970. J. Dairy Sci., 53, 674 (Abstr.).

(21) OWENS M.J. and STAKE P.E., 1971. J. Dairy Sci., 54 ,801 (Abstr.).

(22) PETTYJOHN J.D., EVERETT J.P. and MOCHRIE R.D., 1963. J. Dairy Sci., 46, 710-714.

(23) PHELPS A., 1968. Dairy Farmer, 15 (12), 20-21.

(24) RADMALL M.B. and ADAMS H.P., 1973. J. Dairy Sci., 56, 683 (Abstr.).

(25) TROCCON J.L. et JOURNET M., 1972. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, 10 , 37-41.

(26) TROCCON J.L. et JOURNET M., 1973. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, 14 , 37-44.

(27) TROCCON J.L. et JOURNET M., (Publication en cours)

(28) WHITE B.R. and RADCLIFFE J.C., 1970. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.,8,247-251.

(29) WICKES R.B., WHITE B.R., LEWIS D.H. and RADCLIFFE J.C., 1972. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 9, 303-308.

(30) WILLETT L.B., ALBRIGT J.L. and CUNNINGHAM M.D., 1969. J. Dairy Sci., 52 , 390-391.

(31) WILSON J., 1968. Vet. Rec., 83, 42-43.

(32) WOODEN K.G., SPEICHER J.A. and HUBER J.T., 1968. J. Dairy Sci.,51, 971 (Abst.).

UTILISATION D'UN PATURAGE D'ALTITUDE DES MONTS DORE PAR DES GENISSES EN CROISSANCE

F. DE MONTARD [*] - *M. PETIT* [**] - *G. COURSEAU* [(1)] - *A. SAUVAIRE* [**]

[*] Station d'Agronomie (2)

[**] Laboratoire de la Production de Viande

Si les pâturages d'altitude représentent d'importantes quantités d'herbe disponible, leur utilisation extensive, sans gardiennage, ni parcage, entraîne leur dégradation progressive puis leur abandon.

Un des principaux problèmes que pose l'exploitation de ces pâturages est dû au manque d'étalement de la pousse de l'herbe. Au printemps, on assiste à une véritable explosion de la végétation, puis à partir de la mi-juillet, la pousse ralentit de façon sensible surtout si la température et la pluviométrie viennent à fléchir. Dans les régions de plaine, il est possible de s'accommoder à ce rytme de croissance de l'herbe par la fauche des excédents et un accroissement progressif des surfaces pâturées au cours de l'été. En de nombreuses zones de montagne, la forte pente et l'enrochement rendent impossible l'utilisation d'un matériel tracté de fenaison et le pâturage exclusif est souvent le seul mode d'utilisation possible des herbages.

Adapter le chargement à la pousse de l'herbe serait techniquement une bonne solution puisqu'elle permettrait à la fois de bien exploiter l'herbe de printemps (évitant ainsi la dégradation du gazon), et de maintenir le niveau alimentaire des animaux (donc leur croissance) au cours de la saison de pâturage. Mais le déchargement des parcelles en cours d'estive est toujours gênant pour l'éleveur qui doit redescendre des animaux sur des surfaces utilisées plus intensivement par la fauche ou par des troupeaux laitiers.

On peut également rechercher une méthode de conduite de ces pâturage permettant d'étaler la production d'herbe et de fournir ainsi aux animaux une alimentation plus constante. Pour tenter d'obtenir un tel résultat, deux techniques simples peuvent être utilisées simultanément :

- le cloisonnement de l'herbage qui permet une meilleure utilisation de l'ensemble de la surface et l'adpatation du temps de séjour des animaux et de la pousse de l'herbe ;
- une fumure azotée programmée avec des doses variables et des apports différés selon les parcelles.

---

(1) Elève à l'Institut Supérieur Agricole de Beauvais

(2) Centre de Recherches Agronomiques de Clermont-Ferrand

Différentes études sur la production d'herbe en montagne (menées depuis quelques années par les chercheurs du C.R.A. du Massif Central dans diverses stations d'Auvergne) ont permis de mesurer l'intérêt d'apports d'azote à différentes époques de la saison de pâturage en zone d'altitude. Ainsi, il doit être possible d'ajuster un peu mieux la production de l'herbe aux besoins des animaux, en accélérant la pousse du tout début du printemps (fin avril, mai) et en maintenant une production suffisante en août et septembre, tout en évitant de favoriser la pousse de juin.

Une expérience permettant de suivre dans ces conditions la croissance de l'herbe et celle des animaux a commencé dès 1969 à Marcenat (Cantal) au domaine du S.E.I. de l'I.N.R.A. (DE MONTARD, JEANNIN, 1971). Une seconde expérience a débuté en 1970 à Laqueille (Puy-de-Dôme) au domaine du C.R.Z.V.. Quatre années de résultats (de 1970 à 1973) obtenus dans ce dernier domaine sont présentés dans les pages suivantes.

DESCRIPTION DE L'ESSAI

I - SITUATION ET PARCELLEMENT :

Le pâturage est situé sur le versant Nord-Ouest du massif volcanique de la Banne d'Ordanche (dans les Monts-Dore), à 1250 mètres, limite altitudinale entre la "lande à myrtilles" et la "hêtraie". Il est entouré de "communaux" envahis par du nard (Nardus Stricta), en raison du pâturage libre et extensif qui y est pratiqué. Ancienne nardaie elle aussi, la parcelle expérimentale (16 ha) avait cependant déjà été améliorée par la pratique du parcage, et entretenue depuis 1967 par un pâturage rotatif. Avant 1970 (début de l'essai), elle n'avait reçu aucune fumure.

Le pâturage a été entouré d'une clôture "en dur" et divisé en quatre parcelles de surface identique (4 ha) à l'aide d'une clôture électrique ménageant un point d'eau dans chacune d'elles.

II - LA FERTILISATION :

Elle a été programmée d'après les résultats de diverses expériences antérieures de production végétale.

- Fumure phospho-potassique : une fumure de 80 unités d'acide phosphorique et de potasse a été prévue chaque automne. Elle a été de préférence apportée sous forme de scories, dont l'apport complémentaire de chaux est tout à fait indiqué sur ces terrains acides. A la fin de l'automne 1972, les apports ont été réduits à 60 unités de chaque élément, les réserves ayant été estimées suffisantes.

- Fumure azotée : par cette fumure, on ne recherche pas le maximum de production d'herbe, mais plutôt son étalement tout au long de la saison de végétation. On a donc prévu des apports précoces, dès le réveil de la végétation (dans la seconde quinzaine d'avril) sur la moitié des parcelles afin d'avancer d'environ une semaine la mise à l'herbe des animaux. Aucun autre apport n'est effectué durant la période de forte pousse de l'herbe (de mai à juin). Les épandages reprenant à partir de la deuxième quinzaine de juin seulement, en vue d'obtenir une quantité suffisante d'herbe à pâturer en août et septembre. Après le mois d'août, les apports d'azote sont stoppés définitivement car les conditions de température, de pluviométrie et d'ensoleillement deviennent très souvent les facteurs limitant la croissance de l'herbe (tableau 1).

TABLEAU I

PROGRAMME DE FERTILISATION AZOTEE
(DOSES D'AZOTE EN KG/HA)

Dates d'application \ Parcelle	I	II	III	IV
Mi-avril, avant le premier passage	60	40	0	0
Du 15 juin au 15 juillet (après le 2e passage)	0	0	40	40
Du 10 juillet au 20 août (après le 3e passage)	40	40	40	40
Après le 20 août	0	0	0	0

La première année (1970), à cause de la fonte tardive des neiges, les apports de printemps ne furent effectués que le 13 mai, quinze jours seulement avant l'entrée des animaux sur l'estive. Ces apports eurent lieu sans difficultés les 21 et 22 avril en 1971 et le 27 avril 1972, mais seulement le 2 mai en 1973.

Les apports d'été (40 à 60 unités) furent effectués conformément au programme en 1970, c'est-à-dire après chaque passage, du 24 juin au 27 août ; mais la fertilisation totale (105 kg d'azote/ha en moyenne sur les 4 parcelles) s'est révélée excessive en regard du chargement pratiqué. Les apports furent nettement réduits en 1971 et 1972, respectivement à 52 et 66 kg/ha et par an ; il a fallu cependant accroître le chargement. En 1973, en vue de subvenir aux besoins d'un troupeau nettement plus important, des apports réguliers furent effectués après chaque passage de la mi-juin à la mi-août (93 kg d'azote par ha en moyenne sur l'année).

III - TYPES D'ANIMAUX ET CHARGEMENT :

Les animaux choisis étaient toujours de jeunes génisses âgées de 15 mois environ à la mise à l'herbe, et devant vêler à 2 ans. Les trois premières années, elles étaient toutes issues de divers croisements, essentiellement Charolais X Salers. En 1973, la moitié d'entre elles étaient de races pures (Charolaises et Salers). Toutes ces génisses, relativement lourdes au sevrage (250 kg environ) ont eu un gain de poids compris entre 500 et 800 g par jour durant le premier hiver (8-14 mois), afin d'obtenir à 15 mois un taux de fécondation élevé.

On espérait atteindre une croissance voisine de 800 g/jour durant la période d'estive suivante, pour assurer un développement suffisant des génisses lors de leur vêtage à deux ans. Chaque année, des taureaux limousins étaient joints au troupeau de la mise à l'herbe à la fin juin.

Le chargement pratiqué en 1970 a été de 2,5 génisses/ha. Jugé rapidement insuffisant, il a été accru chaque année pour atteindre 3,6 génisses/ha en 1973. Ce chargement est également exprimé en poids vif dans le tableau 4.

RESULTATS

I - EVOLUTION DE LA VEGETATION :

L'évolution de la végétation a été suivie en effectuant des relevés annuels en septembre. Elle est illustrée dans le tableau 2, dans lequel figure aussi, à titre de comparaison, la composition botanique d'un pâturage riche, typique de la zone des anciens parcages nocturnes et situé sur le même versant, 100 mètres plus bas en altitude.

La méthode de relevé consiste à pointer les espèces présentes sur 100 placettes de 20 cm2 chacune et alignées en diagonale des parcelles. On exprime la contribution de chaque espèce en pour cent du total des présences observées ; cette contribution constitue une estimation du recouvrement relatif spécifique.

Ces relevés floristiques et la comparaison avec celui du pâturage riche mettent en évidence une évolution favorable mais encore incomplète de la végétation. En 1973, l'avoine jaunâtre et la fléole sont encore très rares et le paturin des prés amorce une timide extension, tandis que les trois espèces Agrostide vulgaire, fétuque rouge et trèfle blanc progressent de 1968 à 1973 de 31 à 47 p. 100 environ (42 p. 100 en zone de parcage). L'augmentation des bonnes espèces résitantes au pâturage est donc nette mais la gamme des ph du sol est encore très acide (en 1971, le ph est 4,5 dans l'essai et 5,3 dans la zone des anciens parcages).

L'apparition de la fléole, les progrès du paturin des prés, l'extension du trèfle blanc et de Stellaria media sont les signes d'un début d'amélioration du ph du sol sous l'effet de la fertilisation, mais la forte progression du trèfle est aussi imputable à l'intensité croissante du broutage. Poa Chaixii, Meum athamanticum, bien adaptés à ces sols acides se maintiennent au même niveau de recouvrement de 1970 à 1973.

Enfin, la flouve odorante, la fétuque ovine, le nard raide, la canche flexueuse, la luzule, le gaillet saxatile, espèces caractéristiques des parcours extensifs à nard et des landes à myrtilles (DE LA CHAPELLE, 1961), régressant sous l'effet du pâturage et de la fertilisation. Le lotier disparaît.

Finalement, la végétation a évolué très favorablement mais la marge de progrès est encore large. Nous sommes à la veille d'atteindre un stade "à paturin des prés dominant (avec fétuque rouge, agros tide et trèfle blanc)", encore éloigné d'une contribution importante de la fléole et de l'avoine jaunâtre telle qu'on peut l'observer dans les meilleurs pâturages des Monts d'Auvergne.

II - ETUDE DU RYTHME DE CROISSANCE DE L'HERBE ET MESURE DE LA PRODUCTION VEGETALE

L'effet des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe a pu être mis en évidence grâce à une étude en petites parcelles menée sur le pâturage riche dont la composition botanique figure au tableau 2.

TABLEAU II

EVOLUTION DU RECOUVREMENT DES ESPECES VEGETALES DOMINANTES (1)
(EN P. 100 DU RECOUVREMENT TOTAL DES ESPECES)

Espèces dominantes \ Années	1968	1970	1971	1972	1973	Pâturage riche du voisinage
Agrostis tenuis	14,3	16,4	15,7	18,3	19,8	12,3
Festuca rubra	15,0	16,1	14,8	16,9	15,8	16,3
Trifolium repens	1,6	5,6	7,6	12,1	11,5	12,9
(Stellaria media)	(0,8)	(1,6)	(4,8)	(7,2)	(9,3)	(2,6)
Poa pratensis	-	0,9	0,8	1,6	3,2	10,6
Poa chaixii	-	4,7	3,8	5,1	5,3	-
Autres espèces productrices						
Meum	7,5	4,7	5,8	2,7	4,8	-
Phleum pratense	-	-	-	-	-	10,0
Avena pubescens	-	-	-	-	-	4,2
Achillea millefolium	5,8	2,8	4,3	3,8	3,9	7,2
Recouvrement des 9 espèces productrices (2)	44,2	51,2	52,8	60,5	64,3	73,5

(1) figurent les espèces dont le recouvrement a été supérieur à 5 p. 100 dans un des relevés.
(2) excepté Stellaria media.

Sur l'essai lui-même, des prélèvements ont été effectués juste avant l'entrée des animaux sur chaque parcelle et à chaque cycle (sauf en 1970), avec une tondeuse large de 6 cm, sur une longueur de 80 mètres (2 lignes de 40 mètres). Afin de tenir compte de la pousse de l'herbe qui se produit durant le séjour des animaux sur les parcelles, on a majoré de 25 p. 100 les valeurs mesurées (tableau 4). On peut cependant penser que les valeurs finalement retenues sont inférieures à la quantité d'herbe réellement offerte, car les prélèvements à ras du sol surestiment légèrement ce que les bovins peuvent consommer, et l'herbe broutée ou piétinée subit un retard de croissance.

- L'action des facteurs climatiques sur la vitesse de croissance de l'herbe apparaît clairement sur la figure 1 ; la pluviométrie, la température moyenne et l'évapotranspiration potentielle y sont exprimées par décade, la vitesse de croissance de l'herbe par période de deux semaines.

La croissance printanière suit fidèlement la courbe des températures jusqu'en fin juin pour les quatre années d'observations ; le sol est gorgé d'eau après la fonte des neiges et l'alimentation en eau n'est pas limitante en cette période. L'allongement progressif des jours permet d'atteindre des vitesses de croissance élevées, au-delà de 100 kg de matière sèche par ha et par jour vers la fin juin, si les températures dépassent 14°C (1970 et 1971) ; on plafonne à 70-80 kg/ha/jour si les températures décadaires stagnent entre 9 et 12°C.

Le mois de juillet est fréquemment marqué par une chute brutale du taux de croissance de l'herbe, en relation avec une réduction de la pluviométrie (1970-1972-1973) ; baisse passagère en raison des fréquents orages d'été à cette altitude. Si les températures restent supérieures à 14°C, le taux de croissance se rétablit entre 50 et 80 kg/ha/jour, selon l'ensoleillement, jusqu'au 10 septembre (1970-1971-1973) ; en revanche, si les températures estivales sont inférieures à 13-14°C, le taux de croissance stagne entre 30 et 50 kg/ha/jour durant cette période (1972).

La dernière période, du 10 septembre au 31 octobre est caractérisée par un ralentissement de la croissance de l'herbe, parfois brutal (1973), parfois plus progressif (1970-1971), qui correspond à la diminution plus ou moins rapide des températures et au racourcissement inexorable des jours ; la croissance est très variable en septembre, selon les températures, et faible ou nulle en octobre en raison de la sécheresse lorsque le temps est beau (1971-1972) ou de la baisse des températures lorsque le temps est pluvieux (1970-1973).

Le bilan de ces taux de croissance de l'herbe, mesurés dans des conditions expérimentales rigoureusement comparables d'une année à l'autre et d'une période à l'autre (fertilisation et méthode de prélèvement), permet de classer les années selon leur production totale de matière sèche (tableau 3, essai croissance).

Ces productions ont été obtenues avec un niveau de fertilisation très élevé (N = 170 kg/ha ; $P2O_5$ = 100 ; K20 = 200), destiné à accentuer les écarts dus au climat et à analyser l'influence de ses différentes composantes météorologiques.

- Toutefois, les mesures directes faites sur l'essai pâturé en 1971, 1972 et 1973, donnent des valeurs de production beaucoup plus faibles que le laissait prévoir la fertilisation azotée. Certes, elles traduisent l'effet de l'altitude plus élevée (+ 100 mètres) et des températures plus basses, mais aussi celui d'une flore moins productive et d'un sol plus acide.

Si la végétation avait été de même qualité et le sol également fertile dans les deux essais, les rendements observés dans le pâturage auraient été situés dans la fourchette indiquée par l'étude de croissance (tableau 3) ; cette fourchette a été établie à partir d'essais végétaux antérieurs qui ont révélé une augmentation constante de 30 p. 100 de la production sous l'effet d'une fertilisation azotée apportée dans des conditions analogues à celles de l'essai pâturage (fractionnement des doses). On constate que la production réelle de l'essai paturé est beaucoup plus faible en 1971 et se rapproche en 1972 et 1973 de celle obtenue dans l'essai croissance ; il y a donc eu une amélioration très nette de la productivité du pâturage dès 1972. Cela semble aller de pair avec l'amélioration de la végétation obtenue par la fumure, le pâturage rotatif et l'augmentation progressive du chargement en bétail.

III - VARIATIONS DE LA QUANTITE DE L'HERBE OFFERTE ET CONDUITE DU PATURAGE

Les quantités de matière sèche offertes aux animaux varient d'une façon importante au cours d'une même saison (figure 1). Elles dépendent de la pousse de l'herbe entre deux passages et durant le séjour des animaux sur les parcelles ; elles dépendent aussi du rythme de rotation (temps de séjour, temps de repos) et de l'intensité du pâturage lors du précédent passage, donc du chargement. Ces derniers facteurs ont également une influence prépondérante sur la qualité de l'herbe offerte.

TABLEAU III

EVOLUTION DE LA PRODUCTIVITE DU PATURAGE
(TONNES M.S./HA)

Année	Essai pâturage			Essai croissance	
	Quantité d'herbe présente avant passages	Estimation de la production totale réelle (+ 25 p. 100)	Apports d'azote par ha et par an (kg)	Production observée 170 kg d'azote par ha et par an	Production théorique* sans azote
1970	-	-	105	9,7 (3)	7,5
1971	3,46	4,32	59	11,9 (4)	9,2
1972	3,91	4,89	66	7,1 (1)	5,5
1973	5,06	6,32	93	8,7 (2)	6,7

*estimée en réduisant de 30 % les productions observées

Le mode de conduite en rotation permet évidemment un broutage plus homogène de la surface, mais aussi la constitution d'une réserve d'herbe jeune sur les parcelles au repos, tout particulièrement dès le mois de juillet pour la consommation de fin d'été (figure 1).

Le temps de séjour des animaux sur une parcelle n'est pas toujours lié à la quantité d'herbe qui y est disponible ; il dépend aussi beaucoup de la hauteur de l'herbe sur les parcelles suivantes. Lorsque le chargement est insuffisant, l'exploitation de certaines parcelles peut être écourtée (laissant ainsi d'importants "refus") afin d'exploiter les parcelles suivantes avant que l'herbe n'y vieillisse ; malgré cette précaution, on aboutit parfois à une exploitation trop tardive d'une herbe en partie épiée (comme en 1971 à la fin du second passage).

Les teneurs en azote de l'herbe offerte qui reflètent assez bien sa qualité, ont été mesurées en 1971 et 1972 ; elles ont varié de 2,4 à 4,1 p. 100 (15 à 26 p. 100 de matières azotées totales). La teneur en azote diminue du premier au second cycle d'exploitation (de 3,57 à 2,95 en 1971 ; de 3,50 à 2,82 en 1972), mais très peu du second au troisième (1971 : 2,90 ; 1972 : 2,70). Elle a diminué d'une parcelle à l'autre lors du premier passage (surtout en 1972) ; il en est de même lors du second passage (surtout en 1971) car le temps de séjour par parcelle est long et l'âge des repousses augmente. Quoiqu'il en soit, ces teneurs en azote restent très élevées (même pour des repousses de 50 à 55 jours), ce qui doit être assez caractéristique des fourrages de montagne, en particulier lorsqu'ils contiennent une proportion non négligeable de trèfle blanc.

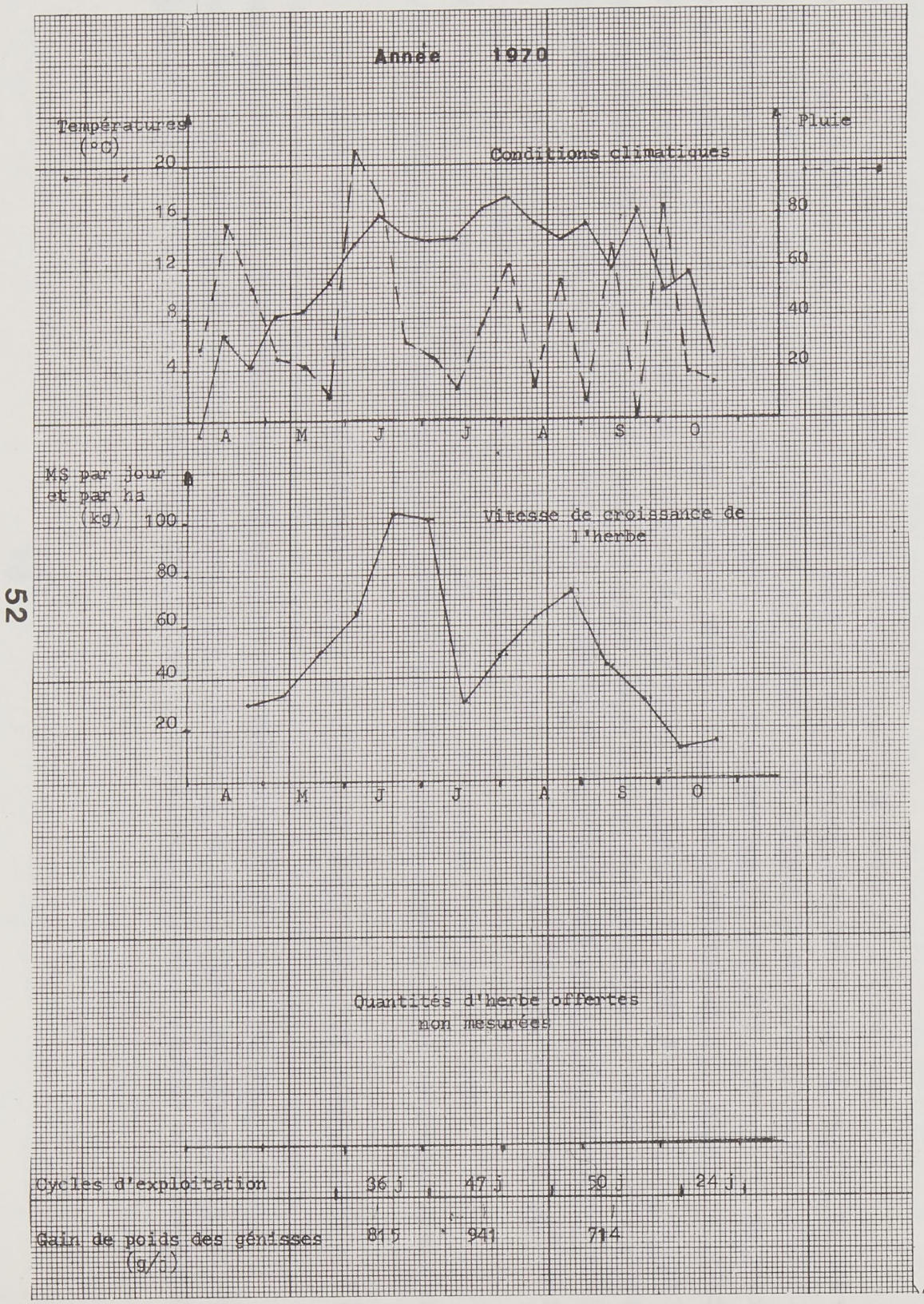
Nous allons voir maintenant que les résultats zootechniques obtenus en 4 années, permettent de mieux apprécier le chargement souhaitable sur ce type d'estive, avec ce mode de conduite.

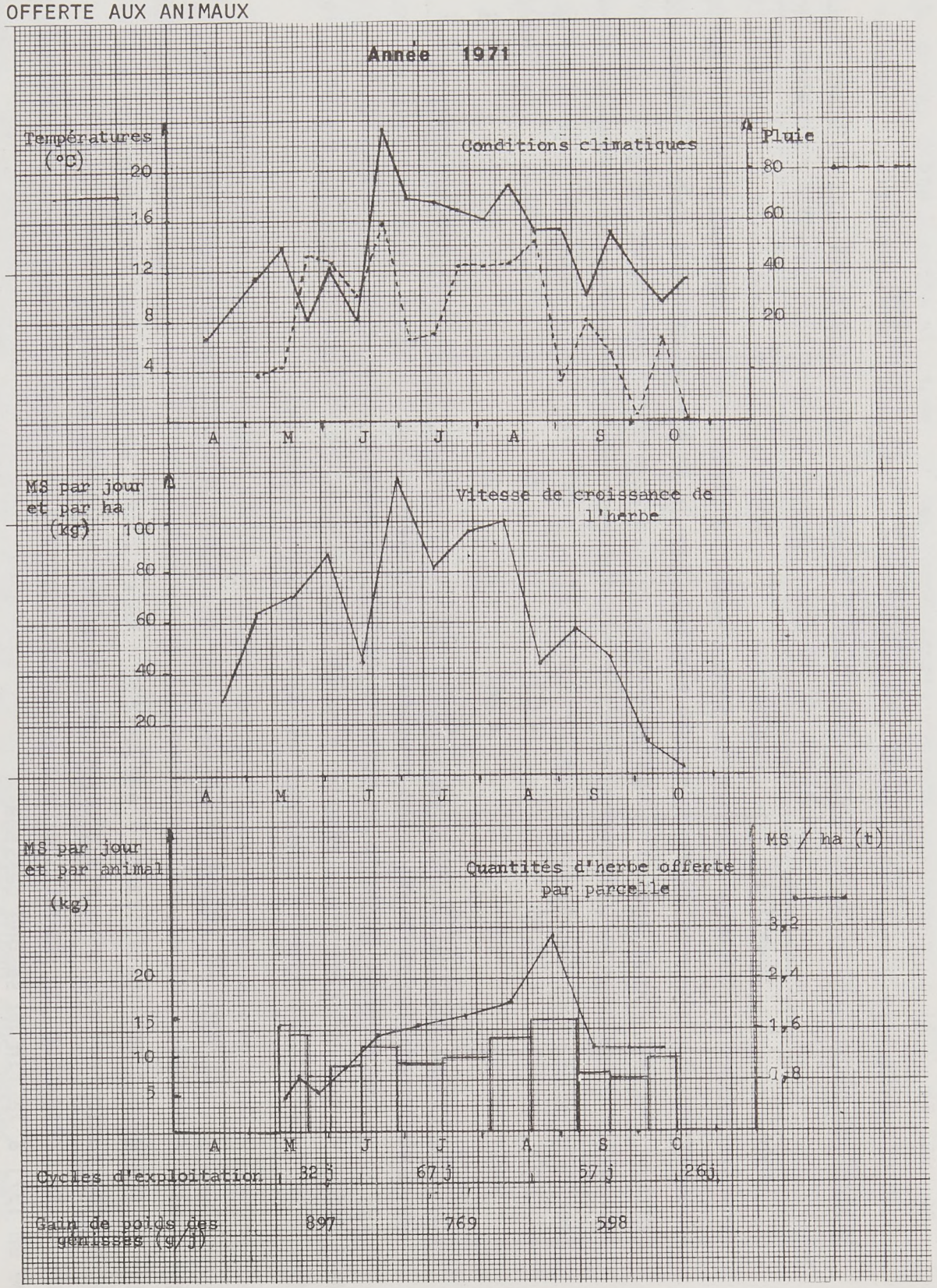
IV - CROISSANCE DES GENISSES ET GAIN DE POIDS VIF A L'HECTARE

Les génisses ont toujours été mises à l'herbe environ 2 semaines avant l'entrée sur les parcelles expérimentales, afin d'éviter en cours d'expérience les variations de poids occasionnées par les changements du contenu digestif juste après la sortie des animaux. Des pesées doubles (le matin, puis

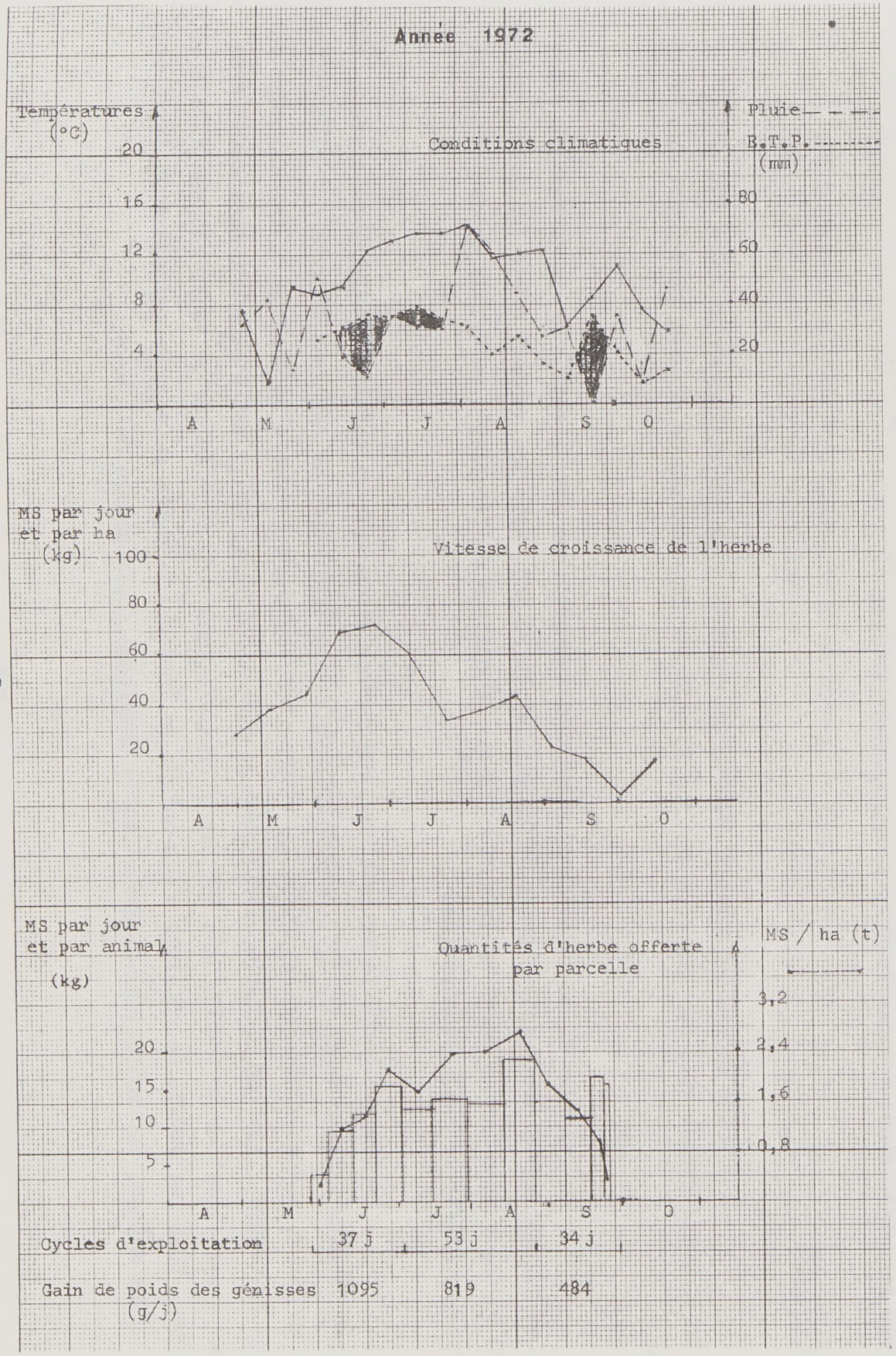
FIGURE 1

INFLUENCE DES CONDITIONS CLIMATIQUES SUR LA CROISSANCE DE L'HERBE
ET LA QUANTITE D'HERBE OFFERTE AUX ANIMAUX



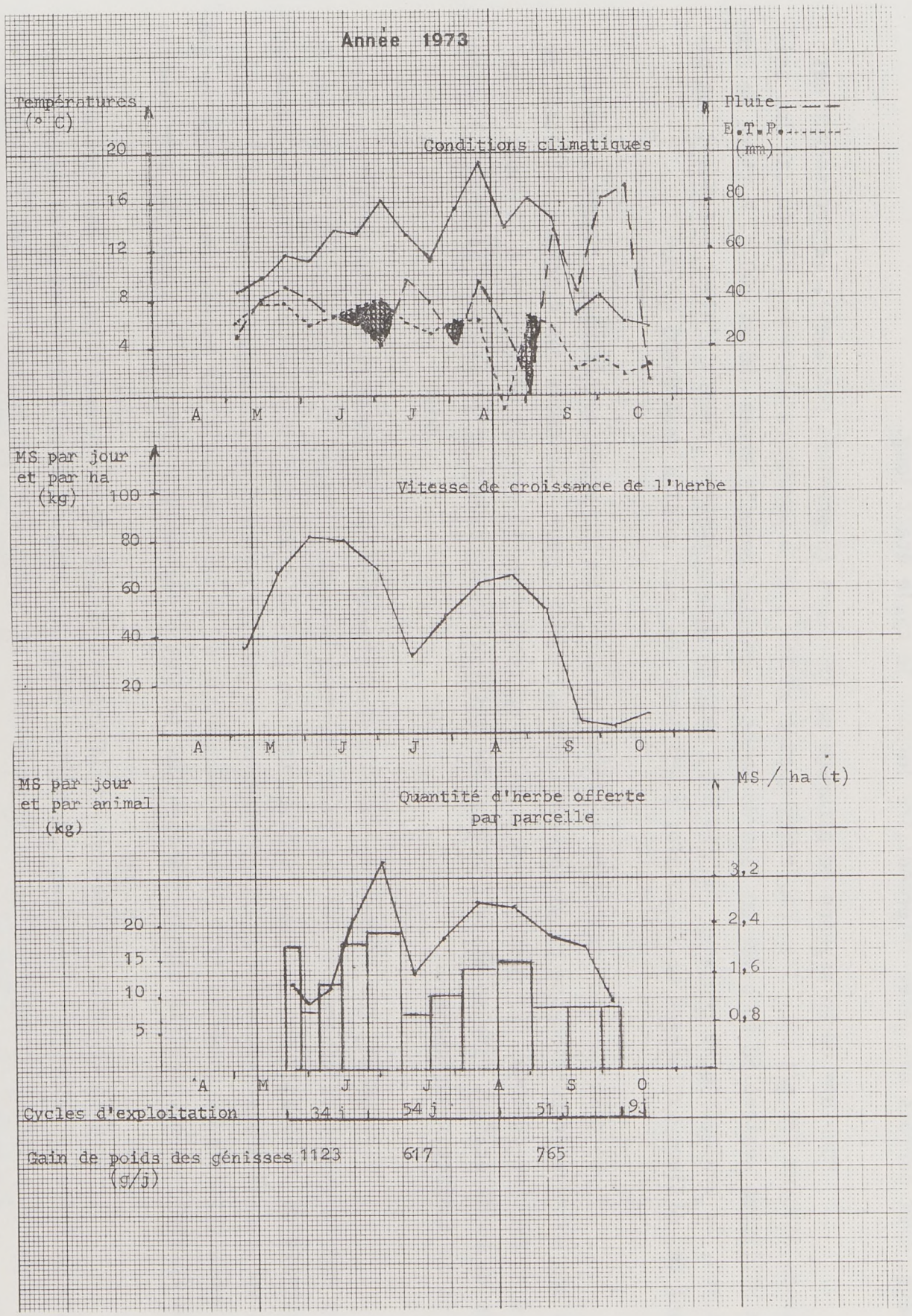


Année 1972



Cycles d'exploitation	37 j	53 j	34 j
Gain de poids des génisses (g/j)	1095	819	484

Année 1973



Cycles d'exploitation	34 j	54 j	51 j	9 j
Gain de poids des génisses (g/j)	1123	617	765	

l'après-midi à jeun) étaient effectuées 2 à 3 jours après la rentrée sur la première parcelle de chaque passage, avec parfois une pesée intermédiaire lorsque le cycle était long.

Pour une durée moyenne de pâturage de 138 jours (3 premiers passages), la croissance des génisses atteint 789 g/j pour l'ensemble des quatre années ; elle paraît relativement élevée car les animaux utilisées avaient eu en hiver un gain de poids journalier compris entre 500 et 800 g. A titre de comparaison, la croissance de génisses du même âge, souvent sous-alimentées durant l'hiver précédent, et pâturant des estives exploitées de façon plus traditionnelle, est voisine de 500-600 g/jour.

Le gain de poids quotidien a diminué au cours de la saison de pâturage (figure 2) mais dans une moindre proportion que celui observé habituellement : pour l'ensemble des 4 années, il était de 983 g au premier passage, 787 g au second et 640 g au troisième. Au dernier passage (0 à 24 jours), les gains de poids étaient faibles et la présence des animaux était souvent utilisée pour "nettoyer" l'ensemble de la surface expérimentale.

Finalement, sur l'ensemble des 4 années d'expérience, la quantité d'herbe offerte a toujours été largement suffisante durant les trois premiers passages (figure 1) ; les brusques variations de la vitesse de croissance des génisses correspondent en partie à une qualité d'herbe insuffisante consécutive à un sous-pâturage temporaire (particulièrement en juillet et août 1971 - figure 1) mais aussi à des accidents climatiques comme en 1972 (l'herbe disponible au 3e passage avait été hachée par un orage de grêle le 26 août) ou en 1973 (le climat changeant de juillet à septembre a favorisé la bronchite vermineuse).

Le gain de poids vif par ha est le produit du gain de poids quotidien des génisses et du nombre de jours de pâturage à l'hectare, ce dernier étant lui-même le produit de la durée du pâturage et du chargement pratiqué. L'augmentation de la production de "poids vif" par hectare observée de 1970 à 1973 reflète essentiellement l'accroissement du chargement (tableau 4).

CONCLUSION

A l'issue de ces 4 années d'expérience, un gain de poids vif moyen de 700 à 800 g/jour et par tête, a été obtenu avec des génisses de 15 à 20 mois sur un pâturage du versant Nord-Ouest des Monts-Dore.

La pratique de la fertilisation azotée, systématique sur la moitié de la surface au démarrage de la végétation puis modulée entre le 20 juin et le 20 août pour les apports d'été (de 2 à 5 apports de 40 kg/ha, chacun sur le quart de la surface après le passage du troupeau), permet de monter tôt en estive et de soutenir la production estivale.

Le mode de conduite en rotation, qui permet évidemment un meilleur broutage de toute la surface et les épandages d'azote en été, permet également la constitution de réserves d'herbe sur pied disponibles en fin de saison alors que la pousse de l'herbe est fortement ralentie ou presque nulle. Le temps de séjour du troupeau sur les parcelles varie avec la quantité d'herbe qui y est disponible mais aussi avec l'état d'avancement de la pousse dans les parcelles suivantes ; il faut éviter de faire pâturer à la pleine épiaison. Dans cet essai, ce résultat a été obtenu en limitant la durée du premier passage à 35 jours environ, et en mettant les animaux au pâturage dès le démarrage de la pousse de l'herbe.

TABLEAU IV

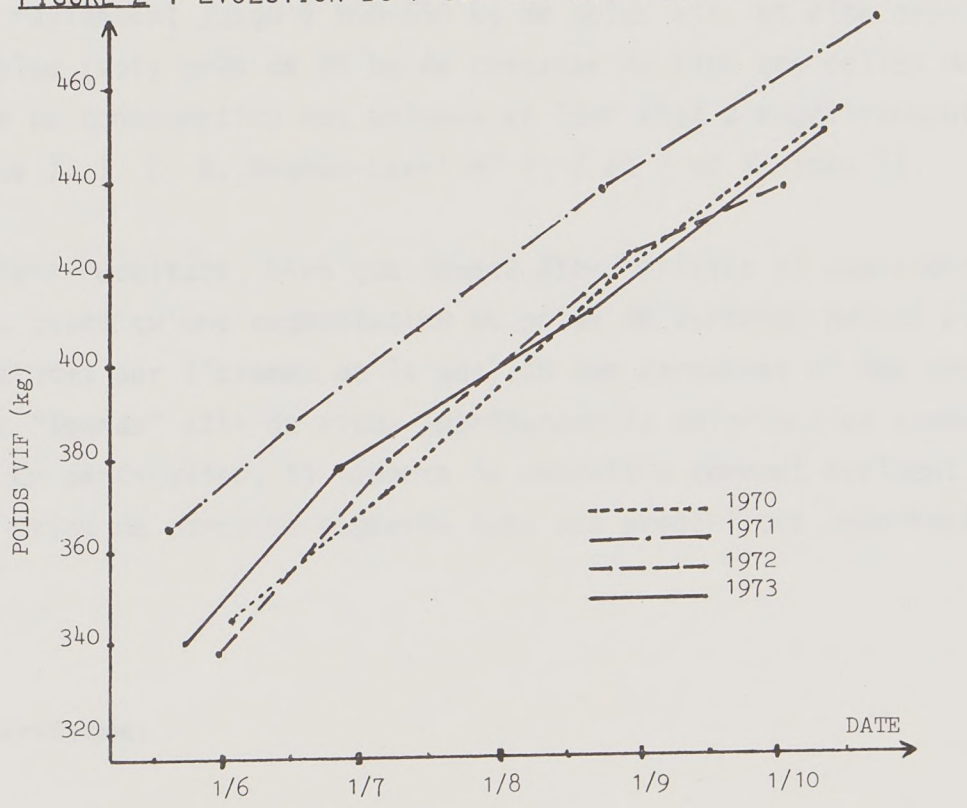
PRINCIPAUX RESULTATS

Années	1970	1971	1972	1973
Nombre de génisses utilisées	38 à 40	40 à 50 (1)	49 à 51	57 à 60
Durée du pâturage (j) 3 premiers cycles	133	156	124	139
Total	157	172	124	148
Dat de début de pâturage	28/5	13/5	29/5	22/5
Date de fin de pâturage 3 cycles	8/10	16/10	30/9	8/10
Total	9/11	1/11	30/9	17/10
Poids des génisses en début d'estive (kg)(2)	342	359	340	340
Chargement (3 cycles) (têtes/ha) (3)	2,5	2,7	3,1	3,6
Chargement (3 cycles) (kg de poids vif/ha) (3)	996	1149	1235	1456
G.M.Q. par jour de présente (g/j) 3 cycles	822	722	813	797
Total	717	678	813	773
Gain de poids vif (kg/ha) 3 cycles	270	309	312	402
Total	283	324	312	415
Estimation des quantités de matière sèche d'herbe offertes (t/ha)	-	4,3	4,9	6,3
(kg/animal et par jour)	-	10,1	12,7	12,5

(1) 10 génisses supplémentaires (pesant 387 kg) au début du 3e cycle d'exploitation

(2) 2 jours après l'entrée sur la 1ère partie (3) taureaux inclus

FIGURE 2 : EVOLUTION DU POIDS VIF DES GENISSES AU PATURAGE



Le bon fonctionnement du système repose en définitive sur le choix d'un chargement suffisant pour dominer la croissance de l'herbe et maintenir sa qualité, mais limité pour éviter la rupture de stock et permettre l'organisation de l'estivage pour une durée de 120 jours au moins. Un chargement insuffisant entraîne une rapide accumulation de refus inappétents, et à terme de quelques années, une dégradation de la végétation, une réduction du chargement possible et des performances des animaux. Dans les Monts d'Auvergne bien exposés aux vents d'Ouest, sur un pâturage naturel (espèces dominantes : fétuque rouge et agrostis vulgaire), recevant une fertilisation de 60 à 80 kg par ha et par an d'azote, 60 d'acide phosphorique et 60 de potasse, de chargement optimum semble être situé entre 1000 et 1200 kg de poids vif par ha à la montée (3 à 3,5 génisses de 15 mois pesant 340 kg). Le rendement à l'ha est alors de 300 à 400 kg de gain de poids vif, obtenus entre 125 à 160 jours selon les conditions climatiques de l'année.

Dans l'expérience, les gains à l'hectare augmentent d'année en année avec l'amélioration de la végétation et l'augmentation du chargement, sans que les performances individuelles (en moyenne 790 g/j) soient modifiées. Il faut cependant remarquer que ces références ne sont certes pas directement applicables sur les parcours à nard ou sur les landes à myrtilles ou à bruyère, du moins pendant leurs premières années d'exploitation.

INFLUENCE DU POIDS D'ABATTAGE SUR LA COMPOSITION DE LA CARCASSE ET LES QUALITES DE LA VIANDE DE TAURILLONS LIMOUSINS

C. MALTERRE, R. BOCCARD**, M. COTENCIN (1)*
*avec la collaboration de N. NICOLAS** et Roland JAILLER**

* Laboratoire de la Production de Viande
** Station de Recherches sur la Viande

Les carcasses et la viande de bovins Limousins présentent des qualités originales certaines, appréciées depuis longtemps sur certains marchés Français comme ceux de la région Lyonnaise et Stéphanoise. Toutefois, ces qualités sont relatives à des jeunes bovins abattus le plus souvent à l'âge de 13 mois environ et à un poids vif de 450-480 kg.

Or actuellement, compte tenu du prix élevé des animaux de 7-8 mois et de l'ouverture de nouveaux marchés susceptibles de bien valoriser des carcasses lourdes, la tendance générale est de produire des animaux plus âgés et d'un poids plus élevé.

Les premières études réalisées à partir de 1970 par l'E. D. E. de la Haute-Vienne, l'I. T. B. L. et l'I. T. E. B. avec la collaboration du Collège Agricole de Magnac-Laval, ont permis de mettre en évidence tout l'intérêt d'accroître le poids des animaux ; en effet, le taurillon Limousin semble continuer à croître rapidement jusqu'à 550-580 kg de poids vif, et être capable de fournir alors des carcasses de 350 kg et plus (soit près de 60 kg de carcasse de plus que celles des veaux de Lyon traditionnels), sans que l'indice de consommation des animaux et leur état d'engraissement n'augmentent de façon notable (cf. comptes rendus I. T. E. B. Magnac-Laval n° 1, 2 et 3 et tableau 1).

Ces premiers résultats, bien que devant être vérifiés et approfondis, apparaissent très encourageants ; cependant, avant qu'une augmentation du poids de carcasse puisse être généralisée, il convient de compléter ces études par l'examen de la qualité des carcasses et des qualités organoleptiques de la viande des taurillons "lourds" afin de mieux appréhender la valorisation commerciale des carcasses produites par ces animaux. En particulier, il importe de connaître comment évoluent la tendreté et la couleur de la viande lorsque le poids de carcasse augmente dans des proportions importantes.

(1) E. D. E. de la Haute-Vienne.

Pour tenter d'apporter une première réponse à ces questions, nous avons utilisé des résultats provenant de deux catégories de données :

- d'une part, les données d'une expérience réalisée au Collège Agricole de Magnac-Laval au cours de l'hiver 1972-73, au cours de laquelle ont été comparés des taurillons lourds à des taurillons légers (respectivement 588 et 506 kg de poids final), l'ensemble des animaux ayant été apparié correctement au départ et engraissé dans les mêmes conditions sur un régime à base d'ensilage de maïs ;

- d'autre part, des données obtenues sur 158 taurillons d'âge et de poids variables provenant de diverses expériences ayant pour objet de comparer l'utilisation de différents régimes alimentaires ou différents stades d'abattage : 94 animaux ont été engraissés au Collège Agricole de Magnac-Laval au cours de trois années successives (1970 à 1973) et 64 au C. R. Z. V. de Theix durant ces deux dernières années. L'ensemble des animaux a été engraissé depuis l'âge de 8-9 mois jusqu'à un âge et un poids variable selon les années et les essais.

Pour ces deux catégories de données, nous disposons, pour chaque animal, des informations suivantes :

- le poids de carcasse chaude ;
- le rendement vrai, rapport du poids de carcasse chaude sur le poids vif vide ;
- les principales mesurations de la carcasse : longueur de la carcasse, épaisseur et descente de cuisse (jarret-symphyse), épaisseur du faux-filet et longueur de rein ;
- le pourcentage de "pan traité" (coupe de demi-gros) ;
- une estimation de la composition des carcasses (pourcentage de gras et pourcentage de muscles) et de la quantité des différents tissus, obtenue à partir de la dissection de la 11ème côte (Y. GEAY et C. BERANGER, 1969).

Enfin, sur 2 muscles (long dorsal et pectoral profond), représentant un échantillon de morceaux de tendreté très différente, nous avons mesuré :

- la tendreté par cisaillement (SALE, 1971) : force (F) et travail de cisaillement (W) ;
- la teneur en pigment (HORNSEY, 1956) ;
- la capacité de rétention d'eau (GOUTEFONGEA, 1960).

Pour comparer les résultats des deux stades d'abattage obtenus au cours de l'expérience réalisée à Magnac-Laval, nous avons effectué des tests de t.

Pour estimer les valeurs des différents critères de qualité de la carcasse et de la viande, nous avons calculé, sur la population des 158 taurillons, les droites de régression reliant ces critères au poids de la carcasse. Dans le tableau 2, nous donnons les estimations de ces différentes variables pour différents poids de carcasse (lorsque la liaison est significative) : 275 - 300 - 325 - 350 et 375 kg ; cette gamme de poids représentant bien notre population puisque près de 90 p. 100 des animaux ont fourni des carcasses d'un poids compris entre les poids extrêmes retenus.

RESULTATS

Au cours de l'expérience réalisée à Magnac-Laval (tableau 1), les animaux ont été abattus à deux mois d'intervalle et à un poids vif moyen de 506 et 588 kg. Compte tenu des différences de rendement en carcasse qui ont été hautement significatives et en moyenne de 1,7 à 1,8 point en faveur des animaux lourds, l'écart de 82 kg de poids vif constaté à l'abattage, a permis à ces animaux de fournir des carcasses d'un poids de 367 kg, soit de 60 kg supérieur à celui obtenu avec les animaux légers.

En revanche, la proportion "d'arrière" dans la carcasse des animaux les plus lourds, a été significativement plus faible ($P<0,01$) que pour les animaux légers, ce qui est conforme à la loi générale d'évolution du rapport entre les grandes régions anatomiques.

La *composition* des carcasses, tant au niveau du muscle qu'à celui du gras n'a pas varié en fonction du stade d'abattage.

En outre, les animaux les plus lourds ont fourni des carcasses présentant une meilleure *compacité* globale alors que les différents critères d'estimation retenus pour apprécier la compacité de certaines régions de la carcasse, diffèrent peu.

Enfin, en ce qui concerne les qualités intrinsèques de la viande des animaux lourds et légers, aucune différence notable de *couleur* et de pigmentation ne peut être mise en évidence sur les deux muscles analysés. Les *pertes en eau* augmentent un peu lorsque le poids des animaux s'accroît (tant pour le long dorsal que pour le pectoral profond) ; toutefois, les résultats obtenus entre lots ne diffèrent pas significativement car les différences observées entre animaux pour un même muscle sont importantes. La *tendreté*, quelle que soit l'estimation considérée (force de cisaillement ou travail développé au cours du cisaillement), diminue très légèrement. La différence n'est significative que pour le muscle pectoral profond, appartenant à la série des morceaux durs.

L'analyse des résultats recueillis sur la deuxième population de 158 taurillons de poids et d'âge variables, ne nous permet pas de dégager des conclusions aussi précises que dans le cas de l'expérience précédente. En effet, les données de cette population sont très hétérogènes tant du point de vue génétique que de celui des poids de carcasse obtenus. En particulier, il est probable que les animaux ayant fourni les carcasses les plus lourdes, correspondent à ceux qui avaient le potentiel de croissance le plus élevé. En outre, si les valeurs calculées des différents critères de la qualité des carcasses et de la viande, pour des poids de carcasse variables, reflètent bien la réalité de notre échantillon, cela ne nous autorise pas cependant à en déduire une évolution rigoureuse et quantitative de ces critères mais seulement des tendances.

Les résultats figurant au tableau 2 semblent toutefois indiquer que dans la gamme des poids de carcasse étudiés, les différents critères de qualité des carcasses et de la viande varient de façon peu importante et que ces variations sont du même ordre de grandeur que les variations observées entre individus pour ces mêmes critères.

TABLEAU I

ENGRAISSEMENT DE TAURILLONS LIMOUSINS A L'ENSILAGE DE MAIS PLANTE ENTIERE : SUR LES QUALITES DES CARCASSES ET DE LA VIANDE (EXPERIENCE "MAGNAC LAVAL" 1972-1973).

STADE D'ABATTAGE	Animaux légers	Animaux lourds	STADE D'ABATTAGE	Animaux légers	Animaux lourds
Nombre d'animaux	12	12	Conformation de la carcasse :		
Poids initial (kg)	316 ± 42	318 ± 41	- Poids de carcasse chaude (kg/cm) / Longueur totale	2,46 + 0,14	2,80 + 0,21**
Poids final (kg) (1)	506 ± 27	588 ± 58**	- Epaisseur de cuisse (%) / Jarret - Symphyse	0,365 ± 0,014	0,354 ± 0,010
Durée d'engraissement (jours)	137	197	- Epaisseur faux-filet (%) / Longueur rein	0,176 ± 0,009	0,168 + 0,007
G. M. Q. (g/j)	1401 ± 132	1375 ± 218	Qualité de la viande :		
Kg M.S./kg de gain	6,2	6,4	- Muscle long dorsal :		
Poids vif vide (kg) (2)	440 ± 49	514 ± 28**	. Tendreté - F (kg/vm2)	1,45 + 0,20	1,54 + 0,22
Poids de carcasse chaude (kg) (3)	307 ± 20	367 ± 37**	- W (cm kg/cm2)	0,49 + 0,08	0,54 + 0,10
Poids carcasse froide (kg) (4)	302 ± 19	360 ± 36**	. Capacité de rétention d'eau %	13,8 + 3,1	15,7 + 2,7
Rendement commercial (%) (4)/(1)	59,5 + 1,3	61,2 + 1,2**	. Teneur en pigments (Fe/g de muscle)	10,3 + 1,1	10,2 + 1,1
Rendement vrai (%) (3)/(2)	69,7 + 0,9	71,5 + 1,5**	- Muscle pectoral profond :		
Poids "Pan traité" / Poids de carcasse chaude (%)	51,7 + 0,6	50,1 + 1,3**	.. Tendreté - F (kg/cm2)	3,13 + 0,49	3,82 + 0,49**
Composition de la carcasse :			- W (cm kg/cm2)	0,89 + 0,16	1,06 + 0,12**
- Gras (p. 100)	14,9 + 3,0	14,4 + 2,4	. Capacité de rétention d'eau %	12,9 + 4,2	14,3 + 2,5
- Muscle (p. 100)	69,0 + 3,1	69,4 + 2,8	. Teneur en pigment (Fe/g de muscle)	11,1 + 1,2	11,5 + 1,3

Rq : L'ensemble des animaux a reçu en plus de l'ensilage de maïs 2,5 kg de concentré par tête et par jour.

** : Différence hautement significative par rapport aux animaux légers au seuil de 1 p. 100 (P < 0,01).

TABLEAU II

ESTIMATION DE LA QUALITE DES CARCASSES ET DE LA VIANDE DE TAURILLONS LIMOUSINS
POIDS DE CARCASSE

CRITERES DE QUALITE DES CARCASSES ET DE LA VIANDE / POIDS DE CARCASSE TYPE (kg)	275	300	325	350	375	Seuil de signification	Coefficient de corrélation	Ordonnée à l'origine	Pente
Rendement vrai (p. 100)	69,5	69,6	69,8	69,9	70,0	N.S.	+ 0,11	68,1	0,00508
Composition de la carcasse :									
- Dépôts adipeux (kg)	38,7	40,8	43,0	45,2	47,3	> 1 %	+ 0,28	15,0	0,0862
- Muscles (kg)	189,9	210,0	230,1	250,2	270,3	> 1 %	+ 0,92	- 31,2	0,804
Conformation de la carcasse :									
- Pourcentage de "pan traité"	51,7	51,3	50,9	50,6	50,2	> 1 %	- 0,41	55,9	- 0,0153
Poids de carcasse chaude / longueur totale (kg/cm)	2,28	2,43	2,58	2,73	2,88	> 1 %	+ 0,96	0,65	0,00594
Epaisseur de cuisse / Jarret Symphyse (p.100)	0,359	0,363	0,367	0,371	0,375	> 1 %	+ 0,36	0,316	0,000156
Epaisseur de faux-filet / longueur rein (p.100)	0,167	0,170	0,173	0,176	0,180	> 1 %	+ 0,32	0,131	0,000129
Qualité de la viande :									
Long dorsal - Tendreté : . F (kg/cm2)	1,44	1,51	1,59	1,66	1,73	> 5 %	+ 0,17	0,67	0,00283
Long dorsal . W (cm kg/cm2)	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52	> 5 %	+ 0,17	0,27	0,000659
Long dorsal - Capacité de rétention d'eau (%)	14,33	14,95	15,57	16,19	16,81	> 1 %	+ 0,26	7,50	0,0248
Long dorsal - Teneur en pigment (Fe/g de muscle)	9,96	10,15	10,33	10,52	10,71	> 5 %	+ 0,17	7,91	0,00746
Pectoral profond - Tendreté : . F (kg/cm2)	3,71	3,80	3,88	3,97	4,05	N.S.	+ 0,10	2,76	0,00346
Pectoral profond . W (cm kg/cm2)	0,84	0,88	0,92	0,97	1,01	> 5 %	+ 0,21	0,39	0,00164
Pectoral profond - Capacité de rétention d'eau (%)	13,36	13,97	14,57	15,18	15,78	> 1 %	+ 0,26	6,71	0,0242
Pectoral profond - Teneur en pigment (Fe/g de muscle)	10,68	11,18	11,68	12,18	12,68	> 1 %	+ 0,37	5,18	0,0200

En particulier, il ne semble pas que dans les limites de notre population, l'on puisse mettre en évidence un seuil de poids de carcasse au-delà duquel la proportion de gras deviendrait excessive ou la qualité de la viande diminuerait sensiblement. Comme précédemment, la quantité de gras contenue dans la carcasse n'augmenterait pas plus rapidement que le poids de carcasse lui-même, la conformation aurait tendance à s'améliorer avec l'alourdissement des carcasses tandis que la proportion d'"arrière" diminuerait.

Par rapport à l'essai précédent, la qualité de la viande semble évoluer également de façon très comparable ; seul, pour un écart de poids de carcasse identique, les différences de coloration apparaissent plus importantes au niveau des deux muscles étudiés tandis que les différences de tendreté pour le muscle pectoral profond sont plus faibles.

CONCLUSION

L'ensemble des résultats obtenus au cours de cette première étude permettent de confirmer un certain nombre de caractéristiques des jeunes bovins Limousins déjà décrites partiellement au niveau de la qualité de leur carcasse (Y. GEAY et C. MALTERRE, 1973) et au niveau de la qualité de la viande (B.L. DUMONT et al. 1964) : rendement en carcasse élevé, forte proportion de muscle dans la carcasse, excellente conformation, tendreté satisfaisante d'un certain nombre de muscles (habituellement réservés aux cuissons lentes) chez les animaux de moins de 12 mois.

Il semble que jusqu'à un poids de carcasse de 375 kg, les risques de "surengraissement" soient minimes, et que l'indice de transformation des aliments par les animaux reste bon. Malgré leur légère évolution, les qualités organoleptiques de la viande demeurent satisfaisantes.

Ces premières conclusions, tirées d'une série d'observations assez disparates, ne représentent qu'une première étape dans la meilleure connaissance des caractéristiques d'engraissement des jeunes bovins Limousins et demandent à être confirmées. Pour cela, il est nécessaire de poursuivre des études beaucoup plus approfondies et plus systématiques, c'est pourquoi nous avons mis en place au C.R.Z.V. de Theix, une expérimentation qui porte sur l'évolution de la croissance, de la composition corporelle et des qualités organoleptiques des viandes en fonction de l'âge des jeunes bovins Limousins abattus à 9 - 13 - 16 - 19 et 21 mois.

Nous tenons à exprimer ici nos remerciements à M. FONTANILLAS, Directeur du Collège Agricole de Magnac-Laval, sous la responsabilité duquel furent conduits plusieurs essais, ainsi qu'à M. ARNAUD, Directeur de l'E. D. E. de la Haute-Vienne, pour leur précieuse participation à cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DUMONT B.L., BOCCARD R., RENOU Y., CHARPENTIER J., 1964. Observations sur les qualités de boucherie des taurillons Limousins. Bull. Tech. n° 2 du Laboratoire de Recherches sur la Viande de l'I. N. R. A.

GEAY Y., BERANGER C., 1969. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins à partir d'un morceau monocostal. au niveau de la 11e côte. Ann. Zootech., 18, 65-75.

GEAY Y., MALTERRE C., 1973. Croissance, rendement et composition des carcasses de jeunes bovins de différentes races. Bull. Tech. C. R. Z. V. de Theix. n° 14. p. 17-19.

GOUTEFONGEA R., 1960. Description d'un nouvel appareil pour mesurer le pouvoir de rétention d'eau de la viande. Sixth Europ. meet. meat. Research woorkers. Utrecht. 6 p.

HORNSEY H.C., 1956. The colour of cooked cured park. I. Estimation of the nitric oxyde-haem pigments. J. Sci. Fd. Agric. 7, 535.

SALE P., 1971. Evolution de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la mâturation. 17 th. Europ. meet. meat. Research woorkers. Bristol.

TITRES ET SOMMAIRES D'ARTICLES SCIENTIFIQUES DES CHERCHEURS DU CENTRE

THIVEND P., 1973. Digestion of starch in the intestine of sheep.
Proceedings of the Nutrition Society. 33. 7. A

Le but de cette expérience a été d'étudier l'évolution de la teneur en glucose du sang de la veine porte chez des agneaux recevant un régime à base de foin ou à base de céréales. Les résultats obtenus ont montré que lorsque les animaux ingèrent du maïs (dont une partie de l'amidon échappe aux fermentations du rumen) on observe une augmentation de la glycémie porte qui traduit un apport de glucose provenant, au moins en partie, de l'hydrolyse enzymatique de l'amidon dans l'intestin grêle du ruminant.

JARRIGE R., DEMARQUILLY C., JOURNET M., BERANGER C. 1973. The nutritive value of processed dehydrated forages with special reference to the influence of physical form and particle size.

Proceedings of the first international green crop drying congress. Oxford England. 9-13 April p. 99-134.

BOCCARD R., NAUDE R.T., 1973. Carcass and meat quality of Africander and Jersey cross bred steers. Afr. J. Anim. Sci. 3, 95-100.

BOCCARD R., 1973. The development and physical Structure of muscle collagen in relation to meat toughness. J. S. Afr. Vet. Ass. 44 (4) 351-362.

SALE P., 1973. Influence de la congélation décongélation sur la conductance électrique des viandes. Revue générale du froid. 2, 183-187.

LACOURT A., 1973. Influence de la température et du pH sur le taux de calcium libre du tissu musculaire et sur l'activité ATP asique de la myosine. Revue générale du froid. 3, 263-268.

SALE P., 1973. Utilisation des micro ondes pour la décongélation des viandes. Revue générale du froid. 4, 354-364.

FOURNAUD J., LAURET R., VALIN C., 1973. Technologie du préemballage des viandes. Influence de la nature de l'emballage sur les caractéristiques microbiologiques, la couleur et les pertes de poids. Industries agricoles et alimentaires. 12, 1565-1575.

Dans ce travail, nous avons comparé l'influence des divers matériaux d'emballage utilisés dans le conditionnement des viandes en portions (nature de la barquette, type de film) sur la préservation des qualités de la viande au cours du stockage à l'état réfrigéré. La nature de la barquette, plastique ou cellulose, n'a aucune influence sur l'évolution de la couleur de la viande ; seul le film intervient, les pertes de poids sont plus importantes sur support cellulose que sur support plastique. Sur le plan de la qualité microbiologique, la nature de la barquette intervient dans l'évolution des microorganismes dans le cas des viandes non exsudatives : le développement microbien est moindre sur support plastique que sur support cellulose. Pour les films, en présence de PVC la croissance des Pseudomonas est ralentie sur les viandes exsudatives et non exsudatives.

TOULLEC R., PATUREAU MIRAND P., PARUELLE J.L., GUILHERMET R. 1973. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrai. L'alimentation et la vie, 61, 57-92.

TOULLEC R., PARUELLE J.L., PATUREAU MIRAND P. 1973. Fish protein concentrate utilization by the preruminant calf. Abst. European Nutrition Conference, Cambridge, (à paraître).

AUGUSTI Y., RAYSSIGUIER Y., LARVOR P. et DURLACH J., 1973. Carence en magnésium chez le Rat et variations de certains paramètres protéiques sériques. C.R. Soc. Biol. 167, 1804-1808.

BARLET J.P. 1973. The influence of gastrin on the fecal and urinary excretion of water, calcium, magnesium and inorganic phosphorus in sheep. Horm. Metab. Res. 5, 124-128.

BARLET J.P., 1973. Gastrin and endocrine regulation of calcium metabolism in sheep. Acta endocrinologica, supplt. 177 (Proc. 9 th Acta endocrinologica Congress), 118.

BARLET J.P., 1973. Calcitonine et hypocalcémie vitulaire de la vache laitière. In "Physiologie comparée des échanges calciques", SIMEP Editions, 149-154.

BARLET J.P., GODENECHE D., JOURDE H., MICHELOT J., 1973. Calcitonin and iodinated hormones in sheep. Horm. Metab. Res., 5, 475-476.

GAREL J.P., SAVAJOL H., BARLET J.P., CARE A.D., 1973. Dosage radio-immunologique de la calcitonine chez le foetus de mouton.C.R. Acad. Sc. Paris, 277D, 217-220.

LARVOR P., DURLACH J., 1973. Magnesium, endocrinologie et nutrition. La vie médicale 35, 4359-4368.

RAYSSIGUIER Y., LARVOR P., 1973. Magnesium deficiency in the Rat : inhibition of kidney calcification by dietary calcium. I. R. C. S. (73-5) 20-9-1.

PERIGAUD S., BELLANGER J., 1972. Conséquences de l'intensification fourragère sur la composition en oligoéléments des fourrages. VIIe Congrés Mondial des Fertilisants, 15-19 mai 1972, Ed. Druck und Verlag, Landwirtschaftlich, Chem. Bund. Vienne p. 345-355.

Des carences en oligoéléments se révèlent sur les ruminants quand le niveau de production fourragère et zootechnique s'élève. La composition en oligoéléments des fourrages doit en effet être adaptée aux besoins des animaux. Or, cette composition varie avec l'espèce et son stade d'exploitation, avec le sol et le climat, avec les amendements et la fumure. Les engrais azotés, en particulier, peuvent modifier considérablement les teneurs en cuivre et surtout en molybdène de certaines graminées.

PION R. 1973. The relationships between the levels of free amino acids in blood and muscle and the nutritive value of proteins. in "Proteins in human nutrition", ed. PORTER J.W.G., ROLLS B.A., Acad Press 329-342.

PION R. 1973. Composition des aliments végétaux en protides et en acides aminés. Revue Française de diététique, 66, 3-14.

PION R. 1973. Quelques realations entre les acides aminés libres sanguins et musculaires et l'état de nutrition azotée des animaux. Symposium International des Acides Aminés, BRNO, (à paraître).

COMBE E. 1973. Nitrogen metabolism in germfree rats. in "Germfree research", ed. HENEGAN, Acad. Press, 305-308.

PATUREAU-MIRAND P., PION R. 1973. Influence of sulphur amino acid or lysine supplementation on blood free amino-acids in the milk-fed calf. Abst., European Nutrition Conference, Cambridge, (à paraître).

OBLED C., ARNAL M., FAUCONNEAU G., 1973. Circadian rhythm of the oxidative catabolism of lysine in growing rats. Influence of feeding shedule. Nutr. Rep. Intern., 8, 81-86.

EDITIONS S.E.I.
I.N.R.A.
C.N.R.A. ROUTE DE SAINT-CYR
78000 VERSAILLES

Prix : 12 F

Directeur de la Publication :
C. MALTERRE